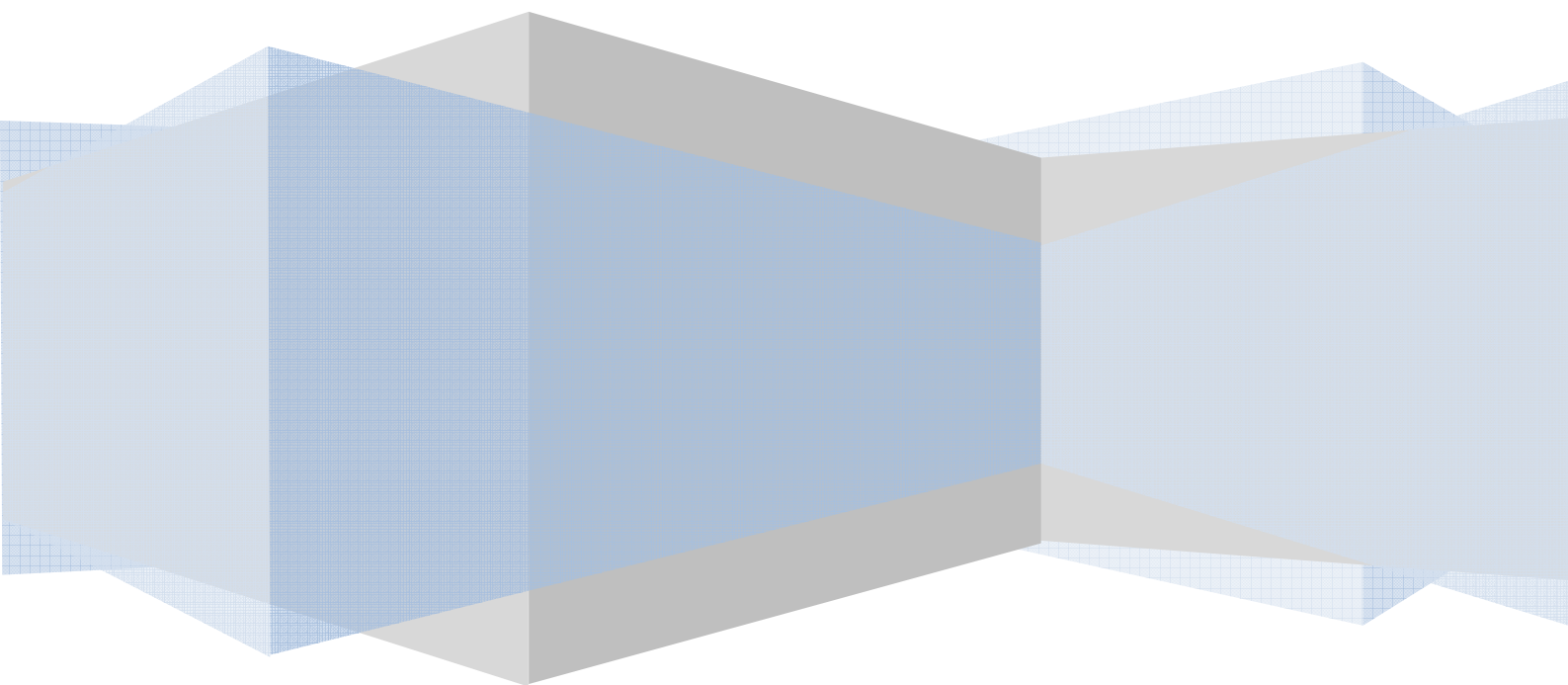


FNB-UPC

Trabajo de Prácticas de Embarque. Diplomatura en Máquinas Navales.

Adrià Cortés del Pino



ÍNDICE

Introducción	4
Presentación	5
Sistema propulsivo	8
Sistemas auxiliares	41
Seguridad en el buque	85
Lucha contra la contaminación	104
Conclusiones	116

INTRODUCCIÓN

En el siguiente trabajo pretende ser una descripción de las características, los sistemas, equipos y funcionamiento de los mismos en el barco “Dominica”, en el que he realizado las prácticas de Diplomatura en Máquinas Navales.

Este trabajo se ha realizado parcialmente mientras he estado a bordo y se ha concluido una vez llegado a tierra.

El trabajo está dividido en los siguientes apartados: motor principal y sistemas, sistemas auxiliares, seguridad del buque y lucha contra la contaminación.

Se ha complementado el trabajo con fotografías tomadas en el mismo buque para entender mejor las explicaciones.

PRESENTACIÓN

El buque en el que he realizado el periodo de prácticas durante tres meses y del que en el presente trabajo se describen los sistemas, equipos y características es el buque “Dominica” de bandera de Madeira (Portugal). Este barco es propiedad de Ership Internacional S.A. con sede en Madrid.

El buque fue construido en los astilleros Jiangsu Yangzijiang Shiopyard, en China el año 2001. Inicialmente fue propiedad de la empresa “Bolten Ship” con el nombre de “Elisabeth Bolten” y bandera de Liberia. En 2010 Pasó a manos del actual propietario.

El numero IMO es el 9232204 y la sociedad de clasificación es “Germanischer Lloyd”.

El buque “Dominica” es un Multipurpose Dry Cargo Vessel, lo que significa que puede llevar todo tipo de cargas a granel secas además de carga general empaquetada o en contenedores del tipo TEU.



Dominica

Sus dimensiones principales son:

Eslora máxima	127.32 m
Eslora entre perpendiculares	119.62 m
Manga	21.19 m
Calado	1180 m
Puntal	48.60 m

Capacidad tanques HFO		962.0 ton	
Capacidad tanques MDO		150.0 ton	
Capacidad tanques aceite		50.0 ton	
Capacidad agua dulce		160.0 ton	
Velocidad lastre	15.2 kn	Velocidad cargado	14.5

Gross tonnage	10,132.0 MT
Net tonnage	4,536.0 MT

Bodegas de carga	Dimensiones (m)
Nº1	17.8 X 16.8
Nº2	19.2 X 17.8
Nº3	19.2 X 17.8
Nº4	19.2 X 17.8

El buque para el manejo de la carga a granel dispone de tres grúas hidráulicas con capacidad para levantar 40 toneladas.

La habitación y la sala de máquinas quedan a popa de las bodegas y por tanto a popa del buque. Es aquí donde se aloja la tripulación necesaria para el gobierno del

buque que consta de quince tripulantes como tripulación mínima que se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Personal de puente: Capitán, 1^{er} oficial, 2^o oficial.
- Personal de máquinas: Jefe, 1^{er} oficial, 2^o oficial, mecánico y engrasador.
- Personal de cubierta: Contramaestre y tres marineros.
- Personal de fonda: Cocinero y camarero.

La tripulación del buque “Dominica” era suramericana a excepción del jefe de máquinas, que es español. Los oficiales son peruanos y el resto de tripulantes son hondureños. Ello no supuso ningún problema en lo que al trabajo se refiere, sino que fue una experiencia muy gratificante compartir tres meses con gente de la otra punta del mundo.

Además de este personal, durante mi periodo de embarque, había un oficial el “training” y un servidor como cadete, lo que hacía un total de 17 tripulantes.

El buque se dedica principalmente al transporte de carga a granel seca, como por ejemplo Clinker, cemento, fosfato o potasa. Pero también se cargaron cargas empaquetadas como por ejemplo cemento en sacos o un camión.

La ruta del buque era irregular, pero realizaba algunas rutas fijas habitualmente. Los puertos a los que el barco llegó durante mi estancia fueron Arguineguín (España), Dakar (Senegal), Castellón (España), Setúbal (Portugal), Avilés (España), Tenerife (España), Aveiro (Portugal), Praia (Cabo Verde) y Tarragona (España).

Por último hay que decir que el buque estaba impulsado por una hélice de 4 palas y un motor MAN B & W de 7,344 caballos de vapor.

SISTEMA PROPULSIVO

Introducción

El sistema propulsivo es el sistema encargado del movimiento del barco. Los elementos más importantes son el motor principal, el eje de cola, la chumacera de empuje, la bocina y la hélice.

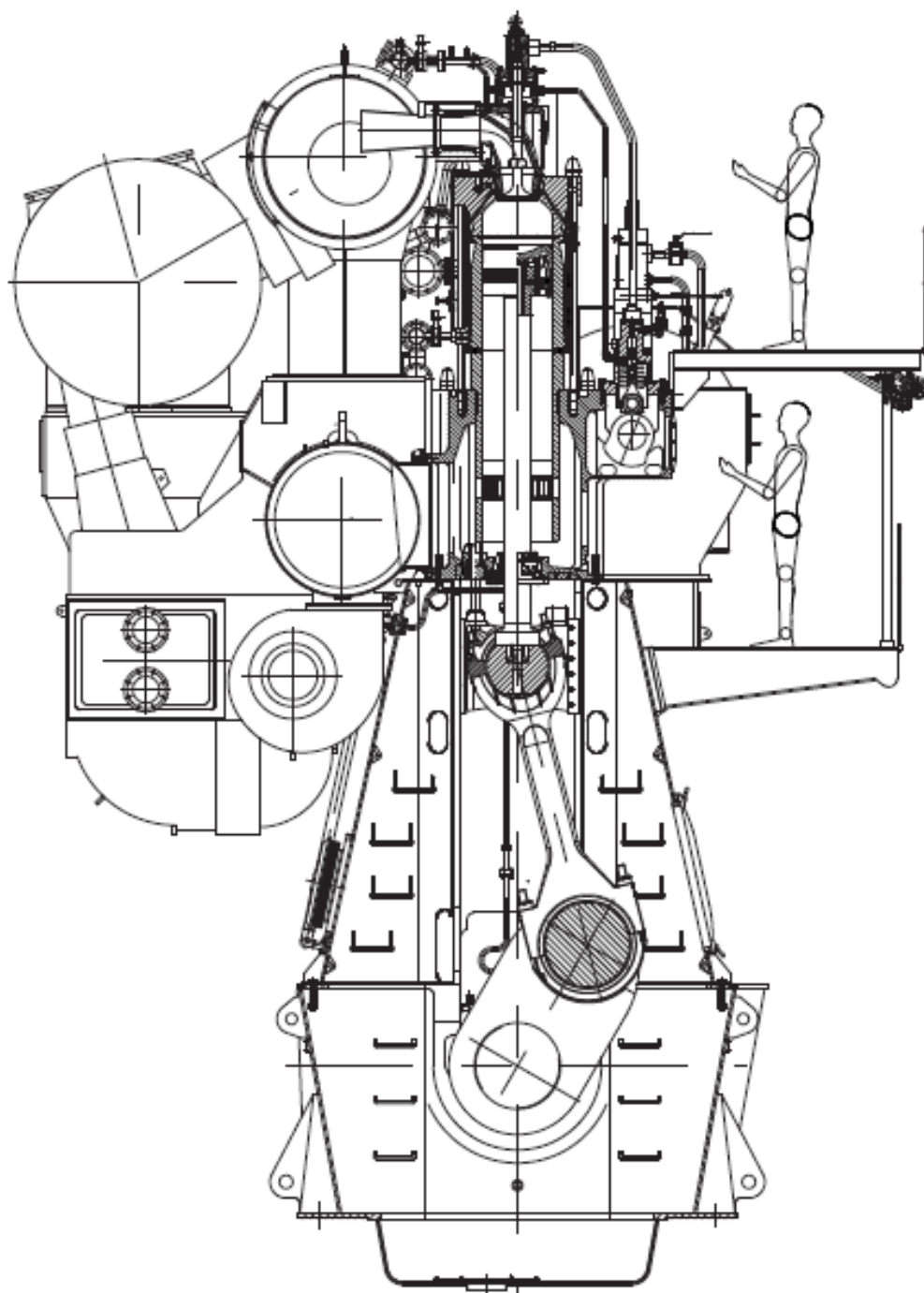
El motor principal es el elemento más grande, caro e importante de la sala de máquinas. Es el elemento que proporciona la potencia necesaria para la propulsión de todo el buque.

El motor del buque “Dominica” es un MAN B&W 5S 42MC. Las revoluciones del motor eran variables (desde 40 rpm hasta 129 rpm) y la hélice es de paso fijo, capaz de entregar al eje una potencia de 7.344 CV

Durante el viaje, con buen tiempo, el motor funcionaba entre 118 y 120 rpm, ya que la marcha económica del motor era de 119 rpm. En mal tiempo se reducía la marcha para conseguir mayor estabilidad a las revoluciones que fueran necesarias. Durante el tiempo que estuve a bordo, el régimen mínimo de revoluciones durante viaje fueron 70 rpm sin llegar a sobrepasar los 5 nudos debido a la mala mar.

Durante maniobra, el régimen de revoluciones cambiaba constantemente pudiendo pasar de toda máquina adelante a toda máquina atrás, deteniendo el motor entre marcha y marcha. El régimen mínimo de revoluciones era de 40 rpm.

El motor principal podía quemar Fuel Oil y Diesel Oil Marino, pero siempre se hacía funcionar con Fuel Oil. El consumo del motor durante viaje era de unas 20 a 22 toneladas de fuel al día.



Motor MAN B&W 5S 42MC

Motor Principal

Características principales

El buque “Dominca” lleva un motor MAN B&W de 2 tiempos de cruceta, revoluciones variables y reversible. Sus características principales son:

Constructor: MAN B&W

Potencia: 7.344 HP = KW

Modelo: 5S 42MC

Rango de velocidades: 40-120 rpm

Nº de cilindros: 5

Diámetro cilindro: 420mm

El modelo del motor principal es 5S 42MC, cada uno de estos números y letras tienen un significado que se describe a continuación:

-5: cinco cilindros

-S: carrera/diámetro del cilindro, la “S” viene de “Super Long Stroke”, carrera súper larga.

-42: diámetro del cilindro, en centímetros

-M: programa del motor

-C: tipo de diseño, en este caso la “C” de “compact”, diseño compacto.

Descripción general del motor

El motor es un motor diesel grande, lento de simple efecto, dos tiempos, sobrealimentado y refrigerado por agua.

Está formado por 5 cilindros en línea y puede girar a derechas y a izquierdas, es decir, es reversible.

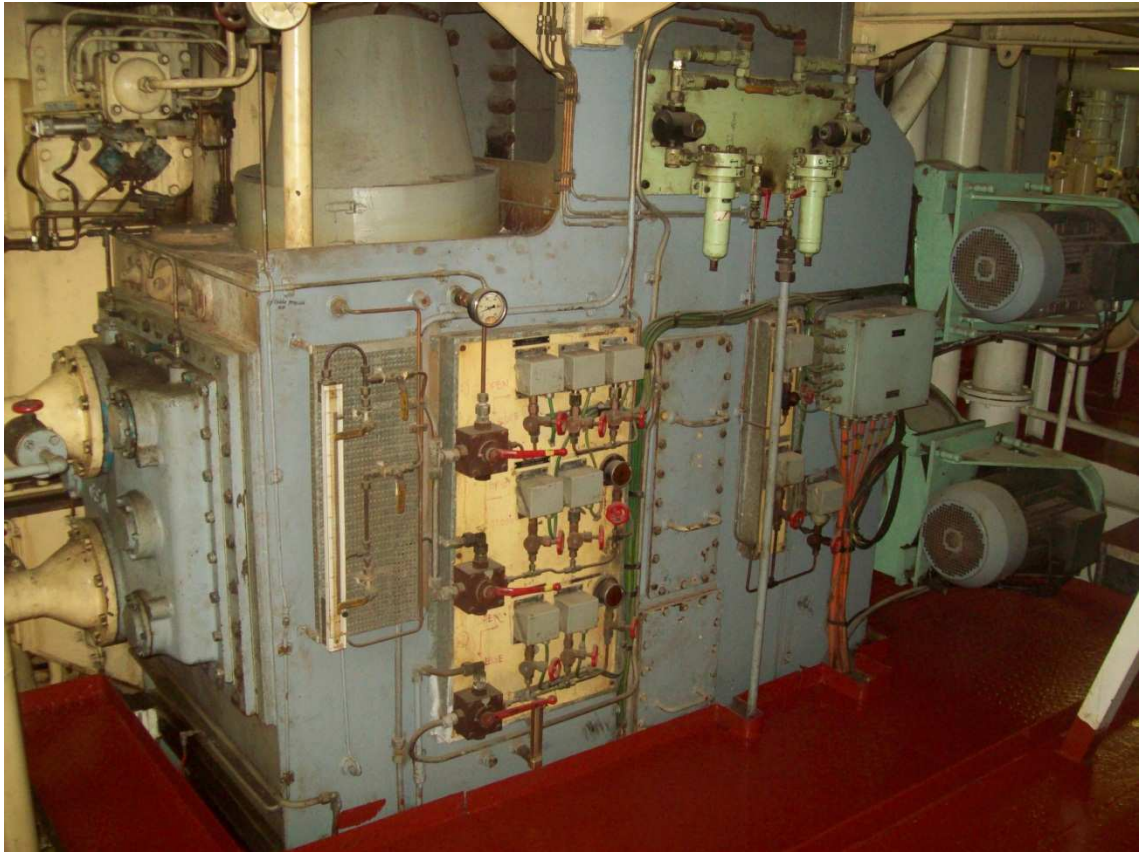
El motor principal ocupaba tres pisos de la sala de máquinas. En el piso más alto, el aspecto exterior del motor es el siguiente: por la parte superior están las culatas y las válvulas de escape. Pueden verse los inyectores, dos por cilindro, y las tuberías de combustible. También puede verse las tuberías de aceite de accionamiento de la válvula de escape. Por la parte de babor se encuentran las bombas de combustible y por la parte

de estribor se encuentra el colector de gases de escape. En la parte de popa encontramos el turbocompresor.



Culatas Motor Principal

En el piso intermedio, los elementos exteriores del motor que se podían ver eran, empezando por la parte de popa, el enfriador de aire del turbocompresor y los ventiladores de barrido.



Enfriador de aire de sobrealimentación

Por la parte de babor estaban las tapas de los barridos y las tapas de los camones que controlan la inyección y la apertura de la válvula de escape. También se encuentra el controlador manual del motor, así como los indicadores de presiones, temperatura, revoluciones, etc, que además de estar en el control estaban en el mismo motor. En el controlador manual se encuentran las palancas de arranque y parada manual así como la parada de emergencia.



Tapas de barridos y tapas de eje de camones



Izquierda: tapas de eje de camones (de color plateado) y tapas de barridos (de color ocre)

Derecha: indicadores de presiones y temperaturas del motor principal

Por la parte de Proa encontramos el mecanismo de lubricación manual y los indicadores de la posición del pistón y por la parte de estribor encontramos el colector de barrido y la válvula del aire de arranque



Izquierda: lubricador manual. Derecha: válvula de aire de arranque

En el piso inferior está el cárter. En la parte de popa encontramos el virador, además de ser la parte donde el motor se conecta al eje.

En la parte de babor encontramos las tapas de registro del cárter.

En la parte de proa está el indicador de vibración axial, que indica el desplazamiento del motor en el sentido Proa-Popa y el volante de inercia.

En la parte de Estribor hay la tapa de registro de la cadena que comunica con la parte de babor. También encontramos la caja de control de todos los sensores del cárter



Izquierda: Tapas de seguridad ante explosiones. Derecha: indicador del desplazamiento axial del motor



Tapas del cárter del motor principal

Sobre la culata encontramos la válvula de arranque que da paso al aire comprimido a los cilindros del motor.

La inyección se produce debido a la bomba de inyección Deutz hasta un inyector que descarga a 350 atmósferas a través de una tobera con varios orificios. La cámara de combustión es plana debido a que el émbolo no tiene una forma especial.

Para variar el número de revoluciones del motor se actúa mediante un regulador graduable que a su vez acciona la barra de regulación de la bomba de inyección que admite más o menos combustible para la inyección.

El motor se lubrica por una circulación forzada de aceite provocada por dos bombas acopladas al cigüeñal para la mayoría de partes móviles y de fricción, ya que la lubricación de los pistones en su movimiento dentro de la camisa la produce la bomba de aceite limpio.

Por último comentar que la refrigeración del motor se produce por agua dulce de alta temperatura.

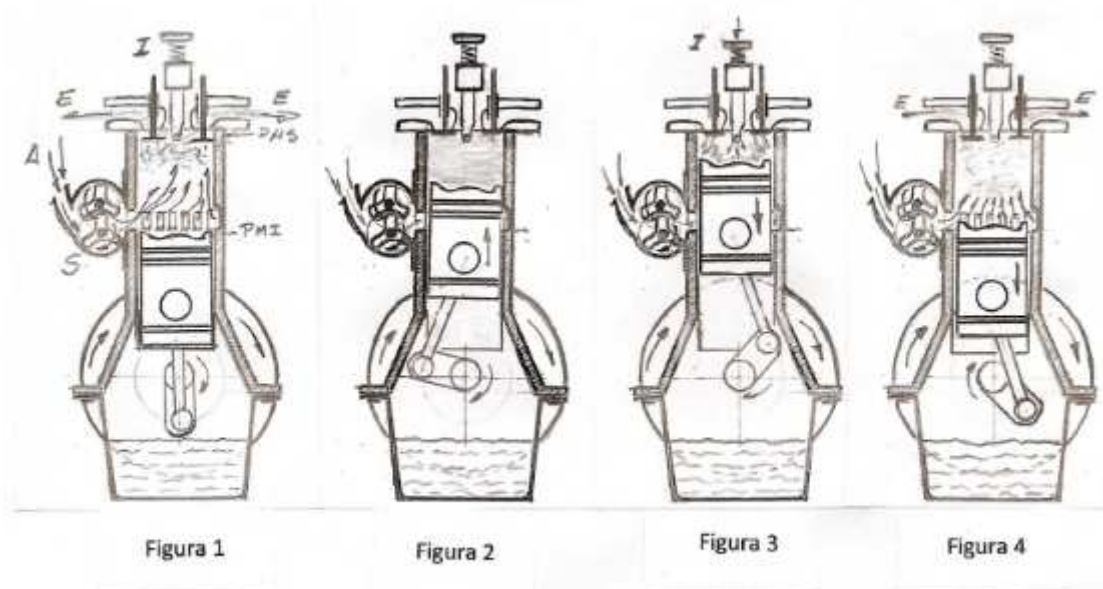
El agua de refrigeración del motor es agua dulce de alta temperatura que a su vez es enfriada por agua dulce de baja temperatura y esta se refrigera con agua salada en unos intercambiadores externos al motor. El aceite del motor es también enfriado por agua dulce de baja temperatura en otro intercambiador exterior.

Funcionamiento del motor principal

El motor, al ser de dos tiempos, efectúa el ciclo termodinámico en una vuelta del cigüeñal, eso significa que el pistón subirá y bajará para realizar una vuelta completa del cigüeñal.

Suponemos que el motor ya está en funcionamiento (figura 1), cuando el pistón alcanza el PMI (punto muerto inferior) descubre las lumbreras de admisión, que están mecanizadas alrededor de la camisa del cilindro. Así el aire, proveniente de un soplador ingresa al cilindro en el mismo momento en que un sistema de distribución abre las válvulas de escape. Por lo tanto, el aire empujado por el soplador no sólo permite la admisión sino que además empuja los gases quemados. A medida que el pistón sube y tapa las lumbreras de admisión, también se cierra la válvula de escape. Por lo tanto llega la compresión (figura 2). Llegando al final de la compresión, el aire alcanza los 500-600°C y, cerca de la finalización de la compresión, con un cierto avance, comienza la inyección desde la tobera de múltiples orificios. La Presión de inyección es de 350 bares. Así se termina la carrera ascendente del pistón.

Hay que tener en cuenta que el sistema de distribución del diesel de dos tiempos posee un árbol de levas con camones de escape e inyección para accionar oportunamente a la bomba de inyección, que es el elemento que aumenta la presión del combustible de los 12 bares a los 350 bares y además tiene un émbolo que dosifica el caudal de combustible según la necesidad. Se genera el encendido espontáneo, explosión de la primera parte de combustible inyectado produciendo un golpe diesel. Ya en la segunda carrera, cuando el pistón comienza a bajar (figura 3), continúa la inyección pero el combustible arde sin explotar, generando una onda de empuje expansiva que nos da la potencia. Antes de la mitad de la carrera, concluye la inyección y luego comienza la apertura de las lumbreras de admisión y de las válvulas de escape (figura 4) terminando la segunda carrera y disponiendo sus elementos para comenzar de nuevo el ciclo como indica la figura 1.



Partes del motor

En este apartado se van a describir brevemente algunas de las partes del motor y de su cometido que no tienen cabida de una forma directa en los sistemas de lubricación, combustible y demás que se comentarán más adelante. Se especificará también sobre elementos de esas partes que tengan una especial relevancia.

Bloque motor:

El bloque está construido en una sola pieza de fundición y está destinado a acoger las camisas de cilindros en su interior, además del eje de levas, que se sitúa encima de las tapas de registro de los barridos, por el lado de babor.

El bloque dispone además de grandes tapas laterales para conseguir un buen acceso al mecanismo biela-cigüeñal. Hay que vigilar de no abrir en caliente las tapas del cárter porque pueden haber vapores del aceite que pueden ser peligrosos al ser inhalados y además, en contacto con el aire pueden resultar una mezcla explosiva en contacto con una pieza incandescente o lo suficientemente caliente. además es posible que se pueda dañar al pistón u otras piezas como cojinetes por la diferencia de temperaturas bruscas a las que se le somete.

En algunas de estas tapas se pueden montar válvulas de descarga precisamente para evitar estos encendidos del motor.

Bancada:

La bancada está hecha también de fundición en una sola pieza. Su misión principal es la de soportar los cojinetes del cigüeñal. Para el montaje y desmontaje de los cojinetes se ha de tener en cuenta varias consideraciones. La primera de ellas es que se puede desmontar individualmente cada cojinete sin tener que quitar el cigüeñal. Ya que el cojinete está seccionado en dos partes de las cuales se puede sacar la superior, y girando el cigüeñal sale la superficie de fricción de la parte inferior del cojinete. Otra consideración a tener en cuenta es que a fin de evitar exigencias inadmisibles para el cigüeñal se desmontará un único cojinete por vez. Si el cojinete a desmontar es el más próximo al volante, éste se tendrá que calzar. Los casquillos de los cojinetes tendrán que ser sustituidos una vez extraídos, sin posibilidad de rectificación puesto que una rectificación podría causar daños en los mismos cojinetes. Los casquillos ya utilizados, en el caso de volver a ser montados por cualquier razón, tendrán que situarse en la posición original.

En las plantas con cojinete de empuje exterior, el cojinete de ajuste del motor queda sin sentido por lo que este cojinete actuará de forma normal.

Camisas:

La camisa del cilindro está construida también de fundición y son extraíbles individualmente. La camisa va asentada sobre el bloque pero sin un roce directo, ya que lo hace a través de un anillo de cobre. La camisa es bañada por su exterior por el agua dulce de refrigeración del motor, y para hermetizarla y que el agua no circule por lugares indeseados, se colocan anillos tóricos de goma tanto en la parte superior como en la parte inferior de la camisa. El recinto entre culata y camisa también va hermetizado por juntas de cobre.

La camisa lleva también unos orificios por donde sale el aceite de lubricación de cilindros con los que se tiene que tener muy en cuenta su orientación a la hora del montaje.

Después del desmontaje de la culata se sustituirán las juntas entre la camisa y la culata. Si se desmonta la camisa se cambiarán todas las juntas.

Para el montaje de anillos tóricos de goma se untarán estos con vaselina para facilitar su introducción sin producir daños, en los mismos.

Los puntos de fricción o de comedura se pueden eliminar con una lima y tela esmeril. Si los daños son importantes procede un cambio de camisa.



Izquierda: lunbreras de barrido. Derecha: camisa de respeto del MP

Volante de inercia:

El volante de inercia está destinado a la compensación de fuerzas de rotación desiguales en el motor y a las variantes de fuerza en la entrega de potencia.

El volante se compone de una corona centrífuga colocada a fundición al que queda unido con el cigüeñal por tornillos calibrados. Para su unión y centrado se utiliza una brida intermedia. Se atornilla también al volante una corona dentada en la que encaja el dispositivo de viraje del cigüeñal, este dispositivo puede ser movido de varias formas, manual, eléctrica o neumáticamente.

Si se desmonta el volante se ha de tener en cuenta antes de hacerlo que en el primer montaje se taladraron en conjunto los agujeros correspondientes para los tornillos calibrados de unión entre el volante y la brida intermedia y entre esta brida y el árbol, pudiendo ser desigual la distribución de taladros.

Cigüeñal:

El cigüeñal es de acero forjado y lleva cinco codos para la unión con las bielas de cada cilindro. Cada codo tiene un ángulo determinado por el orden de encendido del motor. Detrás de cada codo se sitúa un cojinete de bancada donde descansa el cigüeñal.

El cigüeñal va perforado para permitir la lubricación del resto de partes móviles. El aceite llega a través de los cojinetes a los conductos interiores del cigüeñal, por éstos circula hasta que llega a la unión con la cabeza de biela.

Todos los puntos de soporte se han endurecido al cromo para impedir un gran desgaste.

Biela:

La biela se confecciona mediante un forjado en estampa. La biela es la encargada de transmitir el movimiento vertical del pistón al cigüeñal, que este convierte en un movimiento giratorio.

También es la encargada de transportar aceite lubricante desde la cabeza hasta el pie de biela, donde se encuentra la unión con la cruceta a través de un pasador o bulón de cruceta. Este aceite subirá por el vástago hasta llegar al pistón, donde el aceite se encarga de enfriar el pistón puesto que si no las temperaturas alcanzadas serían inadmisibles para casi cualquier material.

El montaje se ha de hacer siempre teniendo en cuenta que cada biela ha de unir los codos y los cilindros correspondientes, sin poder cambiarlas de posición. La biela puede ser montada y desmontada junto con el pistón, a través de la camisa del cilindro.

Como operación de mantenimiento, más importante, se ha de vigilar que los conductos de lubricación no estén obstruidos pues esto podría provocar graves daños.

Émbolo o Pistón:

El motor, al ser de cruceta, el pistón forma parte del conjunto pistón-vástago.

El émbolo está fabricado de una aleación de metales ligera para un mayor rendimiento del motor. Forma, junto con la camisa y la culata la cámara de combustión y por ello ha de ser capaz de resistir tanto altas temperaturas como altas presiones. Es a más el encargado de lubricar las paredes de la camisa para evitar un contacto directo de metales. Esto se produce debido al anillo raspadores que posee y los dos anillos de compresión que impiden al aceite lubricante fugarse hacia el cárter.

Como hemos comentado antes, la refrigeración del pistón la provoca el aceite que llega a través de la biela. Este aceite circula por un circuito que se pone por fundición.

Para su montaje y desmontaje se ha de levantar la culata y sacarlo a través de la camisa, teniendo en cuenta que la cabeza de la biela no quede enganchada en la parte inferior de la camisa si el pistón no es separado de ella. El pasador es fácilmente desmontable en frío debido al asiento flotante que posee, incluso con la mano es realizable.

Como operaciones de mantenimiento habituales, simplemente se vigilará una correcta lubricación en la carrera del cilindro.

Si por alguna causa se detectan pequeños roces en el émbolo se podrán corregir con tela esmeril fina. Si estos puntos de fricción son importantes se procederá a investigar la causa y una vez hallada se sustituirán los émbolos dañados.



Pistón de respeto del MP

Culata:

La culata es el cierre superior del cilindro. Entre culata y camisa de cilindro se ha colocado una junta de hermetización como se ha dicho anteriormente. La culata está refrigerada por agua internamente. La unión de la culata a los colectores de agua están contruidos de forma que se evitan las dilataciones que se producen debido a las desiguales expansiones que se producen por el calor de combustión.

La culata va atornillada por ocho tornillos de expansión al bloque de cilindros.

Al desmontarla se ha de tener en cuenta no dañar la junta de culata.

Sobre la culata van montados otros elementos como la válvula de escape, la válvula de entrada de aire de arranque, la válvula de seguridad y los inyectores. Algunas de ellas se comentarán aquí.

Válvula de escape:

La válvula de escape es el elemento encargado de permitir el paso de los gases de escape hacia el colector de escape. Es accionada siguiendo las ordenes del eje de levas y es accionada mediante aceite a presión.



Válvulas de escape de respeto

Válvula de seguridad:

Las válvulas de seguridad se montan en la culata y son del tipo de resorte. En el caso de que por alguna razón se sobrepasase la presión permitida en el interior del cilindro, la válvula se abriría descargando parte de esa presión al colector de gases de escape. Razones para esta sobrepresión puede ser una mala combustión o un defecto de aire.

Cadena:

La cadena queda montada dentro del bloque en la parte de popa del motor y establece una unión entre cigüeñal, el árbol de levas y bomba de inyección. Para acceder a la cadena se pueden usar las dos aperturas laterales de la caja de engranajes.

Sistema de inversión:

El sistema se compone de dos recipientes de aceite, un pistón de presión y la corredera de inversión del puesto de mando.

Para accionar el sistema se da paso de aire comprimido a través de la corredera de inversión a uno de los dos recipientes de aceite. El aceite sometido a presión llega a la correspondiente parte del pistón de presión, que depende únicamente del sentido de giro

del motor en ese momento. Debido a la acción del aceite, el pistón se desplaza moviendo a su vez en sentido axial al árbol de levas. Cuando se descarga el aire comprimido por el puesto de mando, la inversión ha quedado realizada.

El puesto de mando está destinado a controlar toda la planta motriz desde un mismo punto, desde las revoluciones hasta el sentido giro del motor. El puesto de mando está configurado por una palanca de mando y una rueda que controla el regulador de combustible de las bombas de inyección.

Arranque del motor principal:

El sistema de arranque se comentará más adelante cuando se describan los restantes sistemas del motor, en este apartado simplemente se van a comentar los pasos que se seguían a bordo para el arranque del motor en frío. Los pasos son los siguientes:

- Se comprueba el panel de alarmas mediante una prueba de lámparas y bocina.
- Se conecta la bomba de prelubricación del motor principal.
- Se vira el motor hasta completar cinco vueltas.
- Se abre el paso de agua por el enfriador de aceite de lubricación del motor principal.
- Se cierran el paso de agua de calefacción del motor.
- Se da paso de aire de arranque a los cilindros con las purgas abiertas para su soplado.
- Se purga el motor.
- Se cierran las purgas.
- Se pasa el control del motor al puente.
- El motor está listo para ser arrancado.

Hay que decir que el sistema de inversión del motor es revisado, tanto a la salida como a la llegada a puerto, ya que para la maniobra son muy frecuentes los cambios de sentido de giro del motor.

Una vez arrancado el motor, se deben ir controlando los parámetros de aceite, agua, aire y demás. Todo esto se encuentra en el ordenador del control de máquinas.

Parada del motor principal.

Como en el apartado anterior a continuación se describen las operaciones que se llevan a cabo después de la parada del motor.

- Se devuelve el control del motor principal al control de máquinas.
- Se cierra la válvula de aire de arranque.
- Se abre la calefacción al motor.
- Se cierra el paso de agua por el enfriador de aceite de lubricación del motor principal.
- Se cierra el paso de agua de alta temperatura por el generador de agua dulce.
- Se vira el motor y se lubrica manualmente.
- Se abren las purgas.

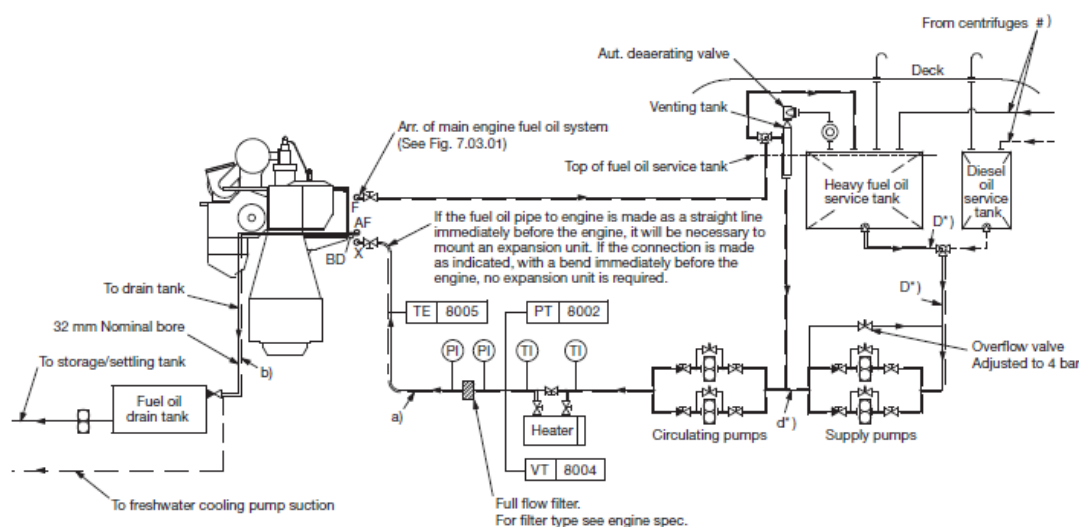
Sistemas del motor principal

A continuación se detallarán los sistemas que intervienen en el funcionamiento del motor principal, como son el sistema de combustible, de aire de arranque, de lubricación y de refrigeración. Se mostrarán de forma centrada en el motor y más adelante, en otro apartado, se explicarán los sistemas de forma más abierta.

Sistema de combustible

A continuación se muestra el esquema del circuito de consumo de combustible para este motor.

En él aparecen todos los elementos que intervienen en el transporte y la inyección del combustible desde el tanque de servicio diario hasta la cámara de combustión del cilindro.



#) Approximately the following quantity of fuel oil should be treated in the centrifuges: 0.23 l/kwh as explained in Section 7.05. The capacity of the centrifuges to be according to manufacturer's recommendation.

*) D to have min. 50% larger passage area than d.

El motor MAN B&W 5S 42MC puede quemar Fuel Oil o Diesel Oil Marino dependiendo de la situación.

El Fuel Oil, al ser mucho mas viscoso que el Diesel Oil Marino debe calentarse y mantenerse caliente en todo momento para disminuir su viscosidad y poder hacerlo circular por las tuberías y elementos del sistema. El Diesel Oil Marino, en cambio, no hace falta calentarlo para que circule.

A pesar de que el motor puede funcionar con los dos combustibles, siempre se hacía funcionar con Fuel Oil. Esto provocaba que aunque el motor estuviera parado, se debía mantener el motor a temperatura elevada para evitar problemas de circulación del combustible que pudieran dificultar el encendido.

El circuito de combustible empieza en el tanque de Fuel Oil diario, donde se mantiene el fuel purificado y se calienta mediante serpentines circulados por vapor.

El fuel es aspirado mediante las “Supply pumps” para posteriormente ser aspiradas por las bombas de circulación.

De allí, el combustible pasa por un calentador y unos filtros que evitan el paso de impurezas.

Una vez pasados estos filtros, el combustible es enviado a las bombas de inyección que elevan la presión del combustible hasta los 350 bares.

Las bombas de inyección envían el combustible a los inyectores que son los encargados de pulverizar finamente el combustible para introducirlo en la cámara de combustión.

No todo el combustible que llega al inyector es introducido a la cámara de combustión, por lo que el combustible sobrante es enviado de nuevo al tanque de servicio diario, donde vuelve a comenzar el proceso.

Elementos del circuito de combustible

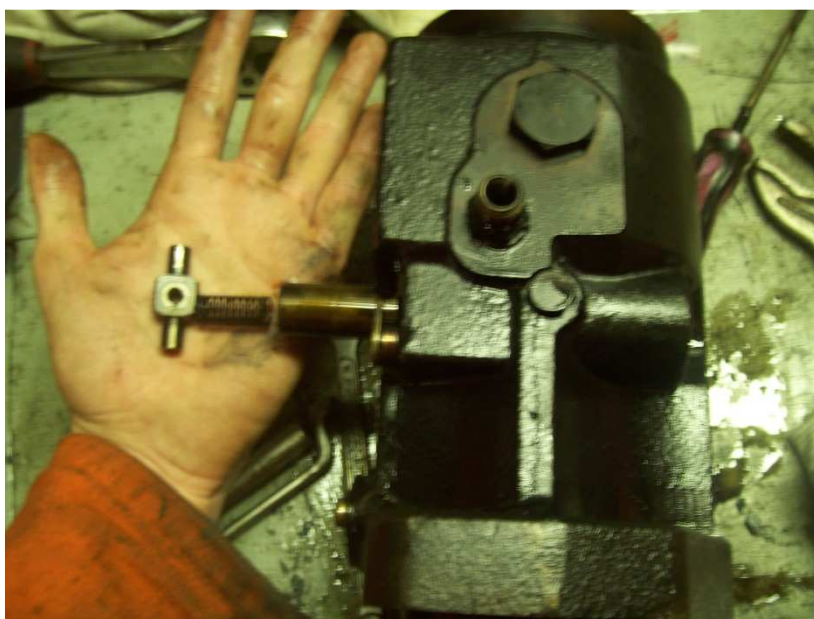
Bomba de inyección

La bomba de inyección es el elemento encargado de enviar el combustible al inyector, en la cantidad justa y en el momento justo, a una presión elevada.

En este caso la bomba de inyección era alternativa y la cantidad de combustible que se inyectaba era indicado por la cremallera. La cremallera es un elemento solidario al regulador que tenía una regla milimetrada y la parte que tocaba con la bomba engranada.

El regulador hacía mover la cremallera en el sentido babor-estribor y esta a su vez hacía girar el pistón de inyección. Este pistón tenía una ranura irregular en la que se introducía el combustible que se iba a bombear. Dependiendo del índice de cremallera, el pistón de inyección giraba y dejaba entrar más o menos combustible. Esto provocaba que llegara más o menos combustible al inyector.

El elemento que indicaba a la bomba de inyección cuándo debía inyectar es la leva de la bomba de inyección que se encontraba en el eje de camones.



Bomba de inyección desmontada: cuerpo de la bomba, cremallera, resorte y anclaje al regulador

Inyectores

Los inyectores son elementos que se encargan de pulverizar finamente el combustible para introducirlo en la cámara de combustión. El combustible, contra más pulverizado esté, el diámetro de las gotas será más pequeño y la relación de contacto con el aire será mucho mayor, lo que mejorará la combustión.

El inyector está construido como una válvula de asiento cónico, cuya aguja se presiona mediante un resorte de fuerza graduable que actúa como superficie hermetizante.

La cantidad y tamaño de los agujeros en la tobera y el ángulo de distancia entre ambos dependen del combustible que se emplea. En nuestro caso es Fuel Oil y tiene seis agujeros equidistantes entre sí.

La cámara anular en el asiento de la aguja está siempre llena de combustible. La pulsación de la bomba inyección llega a gran presión, lo que levanta a la aguja de su asiento procediéndose a la inyección. Cuando se ha inyectado el combustible correspondiente con la carga del motor, decae la presión y la aguja vuelve a su asiento por la acción del resorte, en este momento finaliza la inyección.

No hay que decir que un correcto estado mecánico del inyector es el que proporciona una potencia, rentabilidad y combustión adecuadas. Si se extraen los inyectores del motor y al probarse su presión de inyección es la adecuada, no hay necesidad de limpiarlos ni retocarlos. Ahora bien, un aumento o caída de la presión deberá llevar a la calibración del inyector. Se ha de puntualizar que la limpieza y la prueba de los inyectores debe realizarse con gasoil limpio. Cuando se comprueba el inyector se ha de vigilar lo siguiente: la presión de descarga es la indicada (unos 350 bares); se deberá comprobar la estanqueidad del inyector aumentando lentamente la presión hasta 20 bares por debajo de la presión de descarga; una vez terminada la descarga el inyector no deberá chorrear combustible.

Además, en el momento de hacer la inyección el inyector debe “roncar”, es decir debe hacer un ruido muy característico testigo de la buena pulverización.



Inyector MP

Filtros de combustible

El filtro de combustible tiene por objeto retener finas partículas de suciedad y aire del combustible antes de su entrada a la bomba de inyección y al inyector.

El filtro consiste en dos cámaras individualizadas entre sí por un grifo de tres vías. Durante el funcionamiento se deberá conectar únicamente una de las dos cámaras del filtro con el sistema de combustible, mientras que la otra cámara quedará limpia en reserva. La cámara que deje de usarse deberá limpiarse siempre después y mantenerse en reserva.

Los elementos filtrantes son de tubo de fieltro o de papel especial de filtros. La suciedad retenida en el exterior del papel se deposita en el fondo de la caja del filtro, y se puede evacuar mediante un tapón roscado lateral. Para purgar el aire se han de soltar los tornillos de las tapas de cada una de las dos cajas.

Para conmutar de una caja a otra el paso de combustible a través de la válvula de tres vías se hará rápidamente y sin interrupción ya que esto provocaría la llegada de un caudal insuficiente al motor.

Los elementos de tubo de fieltro se limpiarán periódicamente, dependiendo este periodo del combustible utilizado. Se utilizará combustible limpio, y una brocha para eliminar la suciedad exterior. Se eliminará el líquido del filtro soplando con aire desde el interior hacia el exterior y el líquido con espuma será limpiado también con la brocha. Si el tubo tuviese algún lugar por donde el fieltro pudiese dejar pasar alguna impureza se cambiará. Si el filtro es de papel especial, éste simplemente se cambiará.

Cuando se monte el filtro, deberá de purgarse de aire, abriendo la tapa como hemos mencionado antes.

Bombas de combustible

Las bombas de circulación del circuito de combustible son bombas de engranajes movidas por un motor eléctrico. Su función es hacer circular el combustible por todo el circuito para que llegue con presión a todos los elementos.

Las bombas están duplicadas por si fallara una poder repararla sin parar el circuito.

Estas bombas son de engranajes debido a la alta viscosidad del combustible. No se podría utilizar una bomba centrífuga porque el motor eléctrico se recalentaría demasiado.

Sistema de lubricación

Dentro del sistema de lubricación se pueden distinguir dos partes: el sistema de lubricación de piezas móviles del motor, como son el cigüeñal, el eje de camones, la cruceta, bielas, etc; y el sistema de lubricación de cilindros.

Hacemos esta distinción entre los dos sistemas por varios motivos. Tienen el común que lo que circula por los circuitos es aceite, pero tiene notables diferencias. El primero es que son dos sistemas independientes, otro motivo es que son dos aceites de diferente naturaleza y por último, decir que el aceite de cilindros se quema dentro del cilindro, mientras que el de lubricación de piezas móviles no se quema.

Sistema de lubricación del motor

El esquema del circuito de aceite de lubricación es el siguiente:

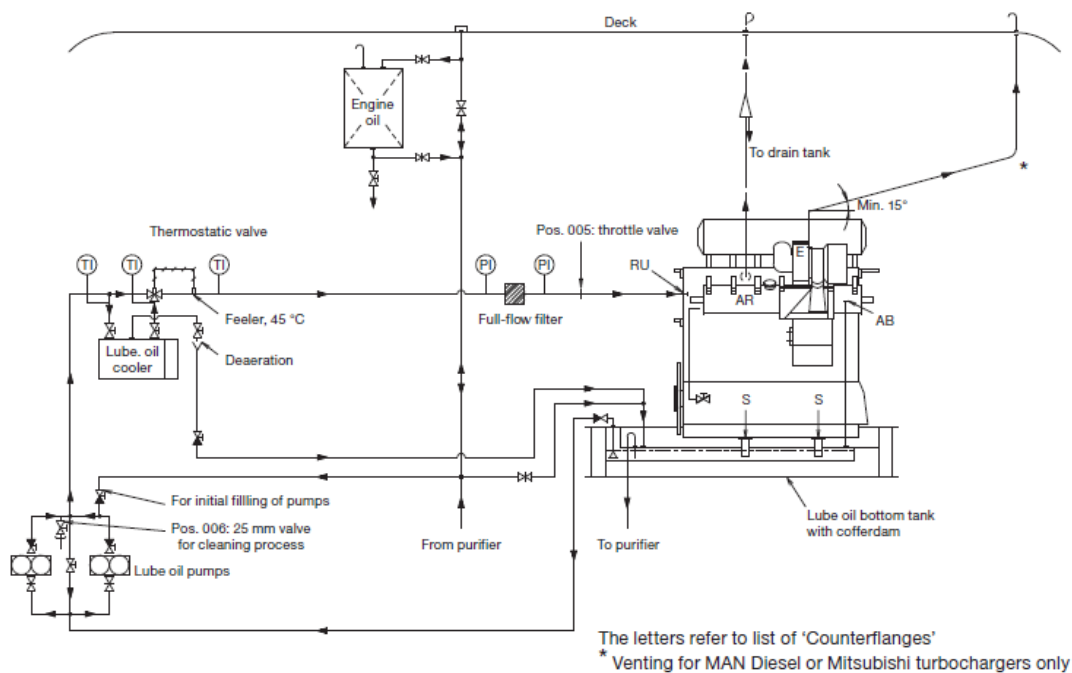


Fig. 8.01.01 Lubricating and cooling oil system

178 57 55-2.2

El sistema de lubricación es un circuito cerrado que comienza y acaba en el tanque de servicio diario de aceite. Las bombas aspiran desde el tanque y envían el aceite, según su temperatura, al enfriador de aceite o por el by-pass, sin pasar por este, a través del filtro mecánico hasta la tubería de suministro de aceite a presión. Desde esta tubería se distribuye aceite a los cojinetes de bancada, y por tanto a la biela y a la cruceta, al émbolo, al sistema de inversión, al accionamiento del regulador y al regulador. Una vez usado el aceite para lubricar o en el caso del émbolo para enfriar, el aceite gotea al cárter, donde por unas placas se dirige hacia el tanque de desaireación. Este tanque tiene la función de eliminar las partículas de aire que se han mezclado con el aceite durante el proceso de lubricación del motor. Después de este tanque, el aceite es dirigido de nuevo al tanque de servicio diario de aceite.

En el circuito encontramos también unos filtros autolimpiables de aceite que eliminan las partículas sólidas que el fluido pueda contener

Hay que tener en cuenta que antes de arrancar el motor ha de tener presión suficiente de aceite, por lo que se usará la bomba manual mientras se vira el motor.

Sistema de aceite de cilindros

Este sistema se encarga de proporcionar el aceite de lubricación al cilindro para que el pistón, mediante la fricción, no aumente la temperatura en exceso de este. Este aceite, al estar en la cámara de combustión, se quema, por lo que su composición debe ser mirada con detalle para no incumplir con el anexo VI del MARPOL de contenidos en azufre. Cuando se navega por el mar Báltico o zonas restringidas, no se puede quemar combustible ni aceite que contenga azufre

Elementos del sistema de lubricación

Bomba de aceite lubricante

La bomba de aceite lubricante es una bomba de engranajes debido a la alta viscosidad del aceite. Aspira del tanque de servicio diario de aceite o bien, en caso de recirculación, su función es hacer circular el aceite dentro del circuito.

El aceite debe estar caliente para entrar en el circuito debido a que el motor siempre debe estar a alta temperatura por motivos de dilataciones y aumento de viscosidad del

combustible. Por este motivo, cuando se enciende el motor, la bomba de aceite lubricante de estar recirculando el aceite en el circuito hasta que coja temperatura. A parte de esto, no se podría bombear el aceite eficientemente si estuviera frío ya que aumentaría mucho la viscosidad y la bomba aumentaría demasiado el amperaje del motor eléctrico.

Estas bombas están montadas en paralelo para aumentar la disponibilidad y tienen dimensiones considerables debido a la cantidad de fluido que han de mover.



Bombas de circulación de aceite

Bomba de aceite de cilindros

La bomba de aceite de cilindros es de dimensiones más reducidas que la anterior debido al menor caudal que debe mover. También es de engranajes. Esta bomba aspira del tanque de almacén de aceite para cilindros y lo descarga en el colector de aceite de cilindros.

El aceite de cilindros no debe estar caliente para ser introducido en los cilindros, o al menos, no debe calentarse con un calentador. Durante el tiempo que el aceite circula hasta llegar al cilindro ya alcanza la temperatura suficiente –unos 40°C- para poder ser introducido en el cilindro.



Bombas de aceite de cilindros

Filtro autolimpiable de aceite

Este filtro no es un solo filtro propiamente dicho, sino que es una batería de 7 filtros que se limpian automáticamente con aire comprimido.

Estos filtros están a la salida del enfriador de aceite y antes de entrar al motor. Se hace pasar todo el aceite por un filtro durante un periodo de tiempo. Al transcurrir ese tiempo se cambia el filtro que recibe el aceite y el último que había funcionado se limpia con aire comprimido.

Además de un filtro por malla dispone de un filtro con un imán para atrapar las partículas magnéticas que pueda contener el fluido debido al desprendimiento de alguna parte de algún elemento.



Filtro autolimpiable de aceite lubricante

Enfriador de aceite

Este elemento es el encargado de reducir la temperatura del aceite de lubricación mediante agua dulce de baja temperatura.



Enfriador de aceite de lubricación

Válvula de tres vías

Este elemento se encarga de regular el flujo de aceite de lubricación hacia el enfriador o hacia el motor. Dependiendo de la temperatura a que se encuentre el aceite será necesario enfriarlo o no, en este caso se volverá a introducir al motor sin enfriarlo.



Válvula de tres vías de aceite de lubricación

Sistema de refrigeración

El motor principal se refrigera con agua dulce de alta temperatura que se encuentra a 75-80°C. Esta agua se refrigera a su vez con agua dulce de baja temperatura (35-40°C) y esta se refrigera por último con agua de mar.

El agua de refrigeración del motor principal nunca debe sobrepasar la temperatura de 85-89°C ya que podría provocar la rotura de las camisas por alta temperatura.

El sistema se compone de bomba de agua dulce de alta temperatura, enfriador de agua, generador de agua dulce y tanque atmosférico.

El agua de alta temperatura es introducida al circuito por el tanque de aireación o tanque atmosférico y mediante las bombas de agua dulce de alta temperatura es introducida al motor. Una vez el agua ha absorbido calor del motor es enviada al generador de agua dulce para que haga de foco caliente evaporando el agua y cediendo calor. Por último el agua es llevada al enfriador de agua dulce de alta temperatura. Desde aquí la bomba de agua dulce de alta temperatura vuelve a iniciar el circuito.

Descripción de los elementos del circuito

Tanque atmosférico

Un tanque atmosférico o también llamado tanque de aireación es un tanque que se encuentra a presión atmosférica y en contacto con el exterior, es decir, abierto. Este tanque se encuentra en una cubierta alta de la sala de máquinas.

Las funciones de este tanque son varias. En primer lugar es el sitio por donde se introduce agua al sistema. En caso de formación de vapor en el circuito debido a altas temperaturas, este será expulsado por el tanque atmosférico ya que se encuentra a presión atmosférica y el vapor tiende a ir donde hay menos presión. En caso de un aumento del volumen de agua en el circuito debido a fugas desde otro circuito o cualquier otra razón, el tanque atmosférico rebosará impidiendo el reventón de alguna tubería o elemento del circuito debido a la alta presión.

El tanque atmosférico es el lugar donde se detectan las fugas del circuito ya que hay un medidor de nivel de agua. Si baja en exceso el nivel significa que hay una fuga. Por el contrario, si hay un aumento del nivel de agua puede significar que hay una fuga de otro circuito que llega al circuito de agua dulce de alta temperatura o bien que hay un aumento de la temperatura del agua y debido a la dilatación del agua sube el nivel en el tanque atmosférico.

Bombas de agua dulce de alta temperatura

Las bombas de agua dulce de alta temperatura son las encargadas de dar la presión al agua para la circulación por todo el circuito. Están situadas en la planta intermedia al lado del generador de agua dulce y el enfriador de agua de alta temperatura.

Estas bombas, como la mayoría de las bombas a bordo están duplicadas para evitar la parada del motor en caso de avería de una bomba.



Bombas de agua dulce de alta temperatura

Enfriador de agua de alta temperatura

Este enfriador se encarga de bajar la temperatura del agua dulce de alta temperatura mediante el contacto indirecto con agua dulce de baja temperatura. Este intercambiador es de placas y es de dimensiones reducidas comparado con los demás intercambiadores de calor. Esto es debido al menor caudal de agua dulce de alta temperatura que circula por su interior y debido la diferencia térmica entre el foco frío y el foco caliente.



Enfriador de agua de alta temperatura

Generador de agua dulce

El generador de agua dulce es un equipo que como su propio nombre indica se encarga de la producción de agua dulce para el consumo. Este equipo entra dentro del sistema de refrigeración del motor principal debido a que el agua dulce de alta temperatura hace de foco caliente dentro del generador. El agua caliente circula por un intercambiador de calor cediendo calor al agua de mar y evaporándola. Esta cesión de calor provoca que el agua proveniente del motor se enfríe.

En otro apartado estudiaremos el generador de agua dulce para la función primaria que desempeña y de la que recibe su nombre: generar agua dulce.



Generador de agua dulce. Izquierda: vista desde babor. Derecha: vista desde estribor.

Sistema de aire de arranque

Este sistema es el encargado de arrancar el motor. Para empezar a mover los pistones dentro del cilindro, la forma menos costosa energéticamente es el uso de aire comprimido a alta presión. Este aire es introducido en los cilindros a una presión cercana a 30 bares. El aire al llegar a la cámara de combustión tiende a expandirse y a mover el pistón. El aire debe introducirse al interior del cilindro cuando el pistón está en el punto muerto superior y va a realizar la carrera descendente.

Para realizar la operación de arrancada del motor primero hay que purgarlo para eliminar los posibles restos de combustible y/o carbonilla de anteriores combustiones. Para realizar el purgado también se hace con aire comprimido. Para ello, han de estar las

purgas abiertas para que el aire pueda salir acompañado de los residuos de la combustión y no empuje el pistón.

Por lo contrario, cuando se ha hecho ya la purga de los cilindros y se va a realizar el encendido, hay que cerrar las purgas para que el aire comprimido empuje el pistón y no salga por las purgas.

Descripción de los elementos del circuito de aire de arranque

Compresores de aire de arranque

Los compresores de aire de arranque son compresores alternativos de tres etapas que comprimen el aire hasta una presión de 30 bares. Se encuentran por duplicado pudiendo trabajar los dos a la vez.

El momento de mayor demanda de aire son las maniobras, por lo que los compresores deben ser capaces de satisfacer la demanda de aire.



Compresores de aire de arranque

Botellas de aire de arranque

Las botellas de aire de arranque son unos elementos destinados a almacenar aire a presión elevada. Normalmente la presión del aire dentro de la botella es de 30 bares, pero durante la maniobra, debido a la gran demanda de aire, la presión dentro de la botella baja notablemente.

Según la reglamentación si los compresores no funcionaran, la botella debería ser capaz de proporcionar aire para 16 arranques del motor.

El motor, a la mínima presión que se puede arrancar es de 10 bares, por lo que si el aire de la botella baja a una presión inferior a 10 bares no podrá arrancar el motor.

Las botellas se encuentran duplicadas y ambas almacenan aire. Si una botella baja demasiado la presión se puede abrir una válvula que comunica ambas botellas igualando la presión en ellas.



Botellas de aire de arranque

Válvulas de arranque

Estas válvulas están colocadas en las culatas del motor principal. Su función es introducir el aire de arranque en el momento correcto, es decir, en el momento en que el pistón se encuentra en el punto muerto superior y va a realizar la carrera descendente.

Esta válvula debe parar la introducción de aire cuando el pistón vaya a descubrir las lumbreras de barrido.

SISTEMAS AUXILIARES DEL BUQUE

En este apartado se van a describir todos los sistemas que hay en la cámara de máquinas así como los que no están en ella pero competen al departamento de máquinas. También haremos una descripción de la disposición de los equipos en la sala de máquinas.

Disposición de los equipos en la sala de máquinas

La sala de máquinas del buque “Dominica” está distribuida en tres plantas que ocupan toda la superficie destinada a la sala de máquinas y tres plantas más que están en un nivel superior siguiendo la chimenea de los gases de escape. Estas tres plantas superiores ocupan una superficie reducida comparada con las otras tres plantas inferiores, ocupando el espacio que se conoce como “espacio del guardacalor”.

Se va a empezar la descripción de la sala de máquinas por la planta principal, que es la primera planta que se encuentra al acceder a la sala de máquinas por la entrada principal.

En la planta principal es donde se encuentra el control de máquinas, el taller, el pañol de respetos, los compresores de aire de arranque, las botellas de aire de arranque, el equipo de frío de las gambuzas refrigeradas, el condensador de la caldera, los motores auxiliares, los alternadores, los transformadores, compresores de aire de control, precalentadores de agua de refrigeración de los motores auxiliares, las culatas del motor principal, bombas de inyección del motor principal, el turbocompresor y la fuente de agua de la sala de máquinas.

Anexo a esta planta se encuentra el local del servomotor, donde se alojan también las bombas de aceite del servomotor, bombas de los molinetes, bombas de agua dulce sanitaria y tanques hidróforos de agua dulce sanitaria fría y caliente.

En la planta intermedia se encuentra la sala de purificadoras, las bombas de alimentación de combustible, las bombas de alimentación de la caldera, los compresores y botellas de aire de servicio, deshumidificador de aire de servicio, planta de tratamiento de aguas residuales, intercambiadores de calor de agua dulce de baja temperatura,

intercambiadores de calor de agua dulce de alta temperatura, intercambiadores de calor de aceite, bombas de alimentación de aceite de cilindros, generador de agua dulce, tanque de química del generador de agua dulce, bombas de agua salada, bombas de agua dulce de alta temperatura, bombas de agua dulce de baja temperatura, filtros autosoplantes de aceite, sopladores de aire del motor principal, enfriador de aire de sobrealimentación, colector de aire de barrido del motor principal, calentador de agua del motor principal, panel de válvulas telemandadas, lubricador manual de aceite del motor principal, válvula de selección de combustible del motor principal, panel de arranque manual del motor principal, tapas de los barridos del motor principal, tapas de eje de camones del motor principal, válvula de tres vías de agua salada y válvula de tres vías de aceite de lubricación.

En la planta inferior de la sala de máquinas se encuentran las bombas de aceite de lubricación del motor principal, el tanque de aceite de la bocina, la bocina, el eje, el tanque de cascada de la caldera, la bomba de alimentación de agua de la caldera, el volante de inercia, el cárter del motor principal, la bomba de achique de sentinas, la bomba de lodos, las bombas de lastre, las bombas de baldeo y contraincendios, el controlador de corrientes impresas, las tomas de fondo y de costado de agua de mar, las bombas de trasiego de combustible (fuel oil y diesel oil), bomba de trasiego de aceite de lubricación, tanque desaireador de aceite de lubricación y válvula de achique de sentinas de emergencia.

En las plantas superiores de la sala de máquinas encontramos la caldera, el tanque de expansión de agua dulce de baja temperatura, tanque de expansión de agua dulce de alta temperatura y tanque de expansión de aceite de cilindros.

Hay también un anexo a la sala de máquinas que se encuentra a la altura de la cubierta principal, es decir, a la altura de la planta de la caldera. Este anexo son salas independientes donde se alojan los siguientes equipos: generador de emergencia y panel de generador de emergencia, incinerador, cuarto de botellas de CO₂, equipos de aire acondicionado, gambuzas refrigeradas y zona de almacén de barriles.

La cámara de máquinas tiene cuatro accesos. El acceso principal se hace desde la cubierta principal y se accede a la planta del control de máquinas. La segunda entrada se encuentra a la popa de la primera cubierta y da acceso a la planta de la caldera; y la

tercera entrada está en la segunda cubierta y da a la planta más alta de la cámara de máquinas. La cuarta entrada es desde la primera cubierta, por la zona de la habilitación que da al pasillo de almacén de barriles.

Sistema eléctrico

El sistema eléctrico en un barco es un sistema que nunca deja de funcionar. Cuando deja de funcionar se llama “caída de planta” y se considera una avería importante.

El sistema eléctrico del buque “Dominica” está formado por tres motores auxiliares YANMAR, modelo 6N18 AL-EV y un generador de emergencia CATERPILAR. Hay también tres paneles correspondientes a cada motor auxiliar en el control de máquinas, 4 paneles correspondientes a los consumidores eléctricos de 220 voltios y 440 voltios y un panel que distribuye todas las cargas en el local del generador de emergencia. Hay dos transformadores para la corriente generada por los motores auxiliares y dos transformadores para la corriente generada por el generador de emergencia.

A lo largo de todo el barco hay kilómetros de cables que llegan a todos los consumidores de electricidad.

Los generadores YANMAR son capaces de proporcionar 660 KW de potencia mecánica cada uno, que en el alternador se convierten en 600 KW de potencia eléctrica. Cabe decir que nunca se llevan a cargas superiores a 400 KW.

En navegación, únicamente se lleva un generador en marcha, ya que la demanda no suele superar los 250 KW. En maniobra se encienden los tres auxiliares porque hay una demanda de carga muy grande debido a la hélice de proa –que es el mayor consumidor– con picos de carga de hasta 750 KW y las maquinillas de cubierta, que también son consumidores importantes.

El barco durante las operaciones de carga y descarga, dependiendo de si se hace la operación con las grúas del barco, hay que tener dos o tres generadores en marcha, ya que las grúas son unos consumidores de electricidad importantes.

El sistema eléctrico a bordo funciona con una frecuencia de 60 Hz y con una tensión de 12 voltios para los equipos electrónicos y 220 voltios, 380 voltios o 440 voltios para los equipos eléctricos, dependiendo si son monofásicos o trifásicos.

A continuación se detallarán algunas de las características de los motores auxiliares y equipos generadores.

Motores auxiliares

Los tres motores auxiliares son YANMAR, modelo 6N18 AL-EV. Son motores turboalimentados de 6 cilindros, cuatro tiempos, con dos válvulas de escape y dos de admisión, cilindros en línea y marcha no reversible.

Se hacen girar a unas revoluciones constantes de 900 rpm y son capaces de proporcionar 660 KW de potencia mecánica.

Son refrigerados con agua dulce de baja temperatura, lubricados con el mismo tipo de aceite que el motor principal, pero en dos circuitos separados. El arranque se hace mediante aire comprimido a 30 bares de presión.

Al motor auxiliar nº3, como ya se comentará en otro apartado, se le desmontó el tren alternativo completo, además de las labores de mantenimiento habituales como limpieza de filtros de aceite y combustible.



Vista desde estribor del motor auxiliar



Vista desde babor del motor auxiliar



Vista desde popa del motor auxiliar

Alternadores

Los tres alternadores son de la marca TAIYO, de 4 polos, que girando el rotor a 900 rpm proporciona una frecuencia de 60 Hz. El alternador proporciona una corriente trifásica de 380 voltios.



Alternador TAIYO

Sistema de protección catódica

El sistema de protección catódica es un sistema de protección contra la corrosión que posee el buque. Además limita el crecimiento de moluscos en la obra viva del buque.

El sistema posee cinco elementos esenciales: el electrodo de referencia, que se monta a través del casco; el propio casco del buque, que es el elemento a proteger; el ánodo que se monta también a través del buque pero aislado de éste; el controlador que se conecta al electrodo de referencia; una fuente de corriente continua que se conecta al ánodo y al casco.

El sistema se basa en lo siguiente: la corrosión de un metal inmerso en agua se produce por las pequeñas corrientes que se trasladan de un área del metal a la otra. Las partes donde la corriente sale del casco al agua son llamadas anódicas, mientras que donde la corriente entra en el casco desde el agua son llamadas catódicas. La corrosión se produce únicamente en las partes anódicas. Cuando el ánodo se monta a través del

casco y se conecta a la fuente de corriente, se crea una corriente en el casco que suprime todas las áreas anódicas y el casco deviene todo en una zona catódica.

El electrodo de referencia se aísla del casco y no recibe ninguna corriente, se usa para determinar si la protección del casco es correcta.

El sistema es completamente automático y no requiere prácticamente ningún mantenimiento. Simplemente se ha de controlar que esté funcionando correctamente, y esto se controla mediante la lectura de los voltajes en el controlador. La escala de todos los electrodos funciona desde 0.3 a 1.0, donde 0.3 significaría un funcionamiento del equipo del 30% y un 1 sería un funcionamiento al 100%. Estos valores nos indican que el buque necesita una mayor o menor protección dependiendo del estado de la pintura. Cuanto mayor sea el valor menos protección será proporcionada por la pintura y más se tendrá que trabajar el sistema de corrientes impresas.

Se ha de tener en cuenta que cuando se atraca en puerto, o se fondea el buque, se ha de desconectar el sistema ya que la escala o el ancla pueden actuar de derivación, pudiendo llegar a estropear el equipo.

En el equipo que muestra los valores de las corrientes catódicas se lleva un control diario de dichos valores.



Equipo de lectura de las corrientes catódicas

Sistema de aire acondicionado

Los equipos del sistema de aire acondicionado se encuentran en una sala anexa a la sala de máquinas.

La instalación es completamente automática, poniéndose en marcha de acuerdo a la temperatura de una cantidad de aire recirculado.

La refrigeración se realiza mediante el gas R-407, mientras que la condensación se realiza por agua de mar en el circuito de agua salada.

Todas las habitaciones donde vive la tripulación disponen de salida de aire acondicionado, además de un extractor en cada baño de cada camarote.

La sala de máquinas tiene tres ventiladores completamente independientes a la del acondicionamiento de la habitación.

El sistema de calefacción de este barco estaba anulado debido al estado en que se encuentra. Durante años este sistema de calefacción no se usó debido a las rutas tropicales que hacía el barco, ahora este sistema se encuentra totalmente corroído y por tanto, anulado.



Compresor de dos etapas del sistema de aire acondicionado

Servicio de Contra incendios y Baldeo:

En este buque este servicio es exactamente el mismo, el agua contra incendios es también utilizada para baldear la cubierta.

El sistema se compone de dos bombas que aspiran del colector de agua salada de la Sala de Máquinas y lo impulsa al colector de baldeo y contra incendios, situado en la cubierta principal en el lado de estribor del buque. Este colector general tiene una derivación hacia Sala de Máquinas para alimentar las bocas contra incendios. Prácticamente todas las bocas tienen cerca una manguera, excepto la que se encuentra en el teque del taller de Sala de Máquinas que es la única a bordo que no tiene manguera cercana.

Las bombas son centrífugas y capaces de dar un caudal de $500 \text{ m}^3/\text{h}$ y levantar una altura de 55 m. El disco de impulsión está colocado horizontalmente y su situación a bordo es en el lado de estribor de planta inferior de la sala de máquinas.

Otra forma de alimentar el colector es mediante la bomba contra incendios de emergencia que se sitúa en un pañol que se encuentra en la segunda cubierta y se puede accionar tanto en el mismo pañol como a distancia desde el puente. Esta bomba tiene la mitad de capacidad en caudal y puede levantar una altura de 30 m.

No son estas sin embargo las únicas formas de alimentar este colector. Accionando un grifo de cuatro vías en la aspiración de la bomba de lastre, que es idéntica a la de baldeo y contra incendios, se puede dirigir el agua salada al colector.

A fin de evitar una sobrepresión en el colector de baldeo y contra incendios, se dispone de una salida de agua que siempre está abierta para cuando se conecta el servicio.



Bombas de baldeo y contraincendios, en rojo y bombas de lastre, en verde

Sistema de lastre

El sistema de lastre es el sistema que se encarga de mantener la estabilidad del buque en todo momento. Durante la carga y la descarga del buque, hay que ir llenando o vaciando los tanques de lastre para mantener la mínima escora posible. Cuando el buque va descargado, hay que llenar los tanques de lastre para mantener la estabilidad, ya que si no se hiciera, el calado sería tan pequeño que el barco podría volcar. Del mismo modo, cuando el buque va cargado hay que llenar los tanques de lastre para equilibrar las cargas del barco, llenándolos lo menos posible para no tener un calado excesivo.

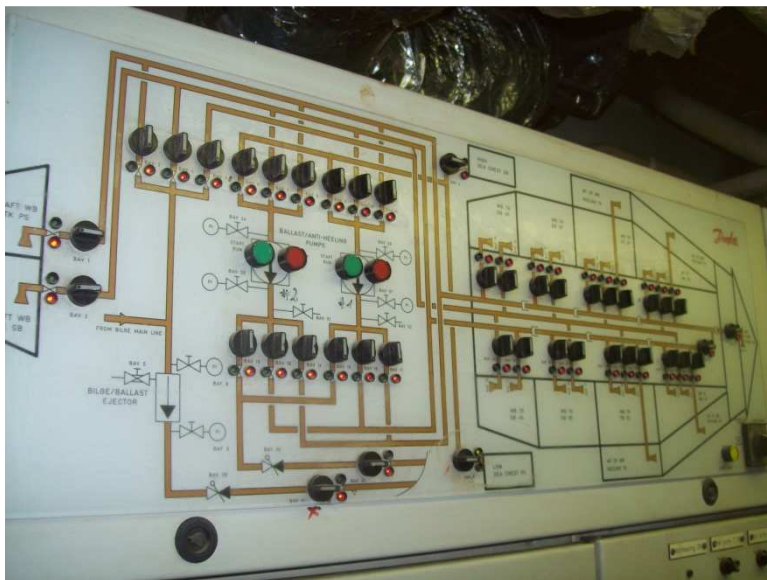
Los oficiales de cubierta son los que se encargan del manejo de los tanques de lastre, así que la labor de los oficiales de máquinas es únicamente asegurar la disponibilidad de los equipos de este sistema.

Las bombas de lastre aspiran agua salada y la mandan al colector de agua de lastre. Las tuberías de agua de lastre discurren por el túnel de tuberías hasta llegar a cada tanque de lastre. Las válvulas para el agua de lastre son telemandadas y se gobiernan desde el ordenador de la oficina de cubierta o desde el puente, también pueden accionarse desde el ordenador del control de máquinas, pero como el departamento de

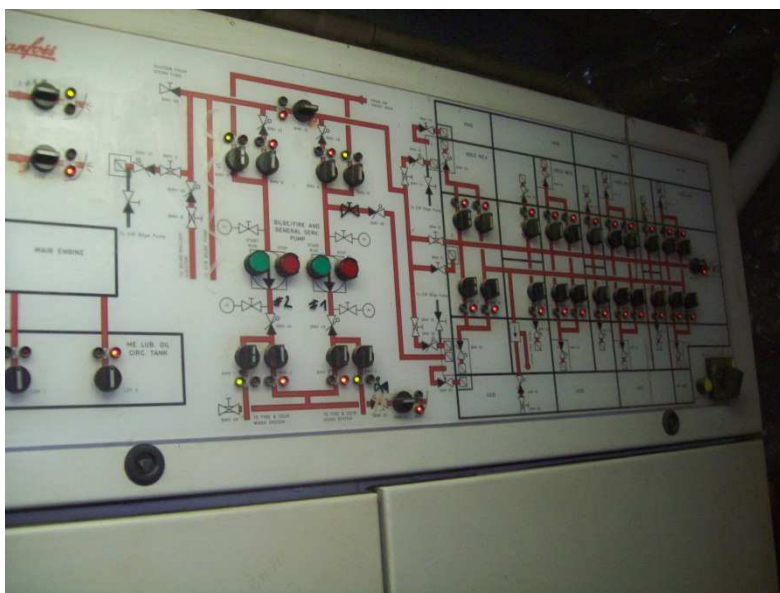
máquinas no tiene la función de manipular el lastre nunca se abren o cierran válvulas desde el ordenador de máquinas.

En la sala de máquinas hay un panel para el accionamiento manual de las válvulas telemandadas de lastre, para poder accionarlas en caso de emergencia.

Para el vaciado de los tanques de lastre se opera prácticamente de la misma forma que para el llenado, la única diferencia es que hay que abrir y cerrar válvulas diferentes. La descarga de agua de lastre se hace por la descarga de costado.



Panel de válvulas telemandadas de lastre en la sala de máquinas.



Panel de válvulas telemandadas de lastre en la sala de máquinas.

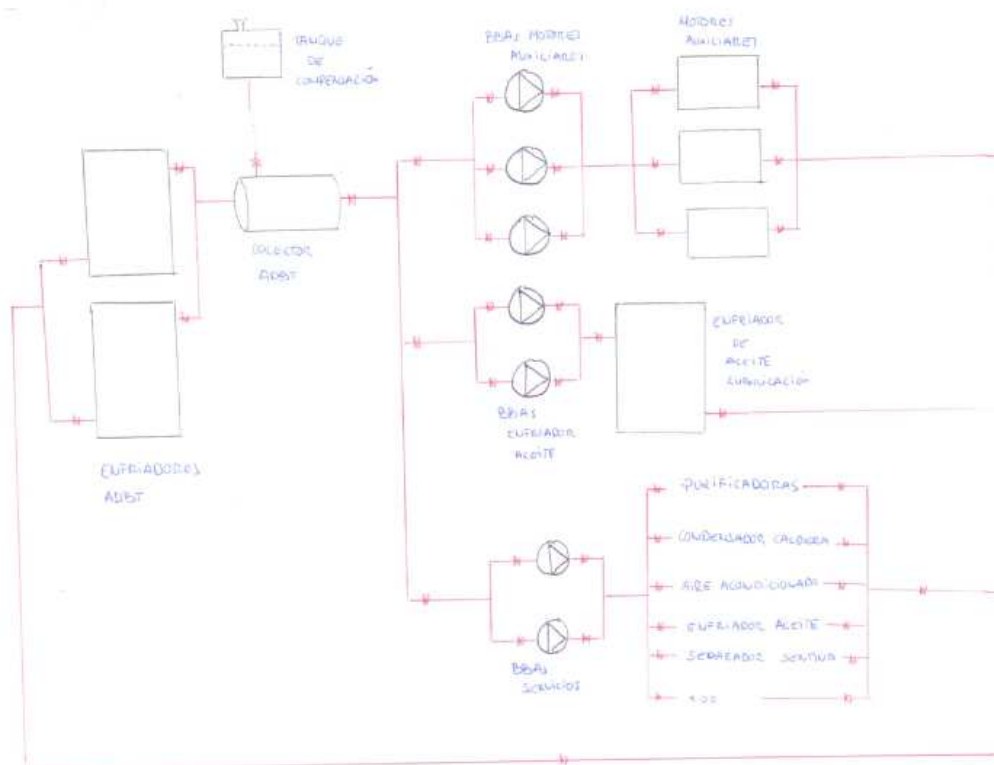
Sistema agua de refrigeración

El sistema de refrigeración de agua es el sistema encargado de enfriar los equipos que se calientan durante su funcionamiento, como por ejemplo el motor principal o los motores auxiliares. Además, se aprovechan sus temperaturas para efectuar tareas como la generación de agua dulce a partir de agua salada en el generador de agua dulce.

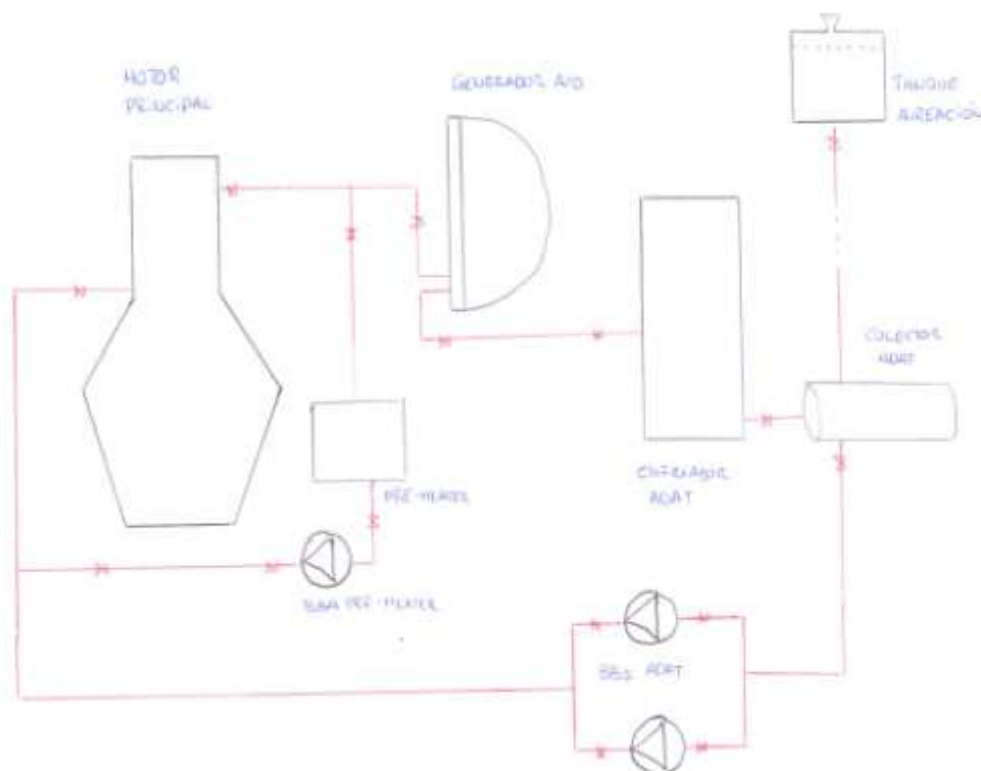
Se verán todas sus aplicaciones en el esquema que hay más adelante.

En el buque “Dominica” hay un sistema de refrigeración formado por tres subsistemas: agua dulce de alta temperatura (ADAT), agua dulce de baja temperatura (ADBT) y agua salada de refrigeración (ASR). El agua de estos sistemas es prácticamente independiente, únicamente se pone en contacto en caso de emergencia por una fuga en algún subsistema, entonces se trasvasa agua de un subsistema a otro.

Subsistema de agua dulce de baja temperatura (ADBT)



Subsistema de agua dulce de alta temperatura (ADAT)



Explicación del sistema de refrigeración

Los circuitos de ADAT y ADBT en su funcionamiento habitual son casi independientes, ya que refrigeran diferentes equipos, como se puede observar en los esquemas anteriores.

A pesar de esto, es necesario que en caso de avería ningún circuito quede sin agua, a pesar de que en este caso, una temperatura inadecuada podría afectar a un equipo, es mejor refrigerarlo a temperatura inadecuada que no refrigerarlo. Por este motivo existen bastantes líneas de conexión entre ambos circuitos.

Así pues, el objetivo principal del circuito de ADAT es refrigerar el motor principal en caso de que se encuentre en marcha, y calentarlo en caso de que se encuentre parado.

Cuando el motor principal está en marcha, los cilindros se encuentra a 300- 400°C y el ADAT se encuentra a 80°C aproximadamente. Si la refrigeración fuera directamente con agua ADBT, que se encuentra a 40°C aproximadamente, el choque

térmico entre la temperatura del cilindro y la temperatura del ADBT sería tan grande que sería capaz de romper zonas del motor principal debido a las dilataciones.

El ADAT incrementaría muy notablemente su temperatura al paso por el motor principal, hasta el punto de evaporarse. Esto no llega a suceder porque a la salida del motor principal, el ADAT es refrigerada con ADBT en un intercambiador de calor. Además, antes de este intercambiador de calor, está el generador de agua dulce, que es un elemento que aprovecha el calor del ADAT para evaporar agua de mar y hacerla destilada. Este proceso también disminuye la temperatura del ADAT.



Enfriador de placas de agua dulce de alta temperatura



Generador de agua dulce. Izquierda: vista desde babor. Derecha: vista desde estribor

El subsistema de ADAT es un circuito prácticamente cerrado. La bomba de circulación de ADAT aspira el agua del colector de ADAT que hay a la salida del enfriador de agua dulce. Este colector está conectado con el tanque de aireación, que es por donde se rellena diariamente el circuito con agua dulce, sustituyendo las pequeñas pérdidas que haya podido haber por fugas o por la evaporación de pequeñas cantidades de agua. Además este tanque permite controlar las dilataciones del agua que puedan haber por el incremento de temperatura, haciendo subir el nivel del tanque y evitando que revienten las tuberías. En este tanque es también donde se introducen los químicos al agua y, encaso que pequeñas cantidades de agua se hayan vaporizado, las pequeñas gotas de vapor irán a parar a este tanque, evitando que puedan causar daños en las bombas u otras partes del circuito.



Tanque de aireación del circuito de ADAT

Bombas de circulación de ADAT

Después de la bomba de circulación de ADAT está el motor principal, que es el elemento que refrigera el sistema. A la salida del motor principal, el agua se encuentra a alta temperatura y para enfriarla, se la hace pasar por el generador de agua dulce y por el enfriador de ADAT, que tiene como foco frío el ADBT.

Es posible que si el motor está parado o trabaja a bajas revoluciones, el agua de refrigeración del motor principal no esté lo suficientemente caliente como para pasarla por el enfriador. Es por este motivo que se pone una válvula de tres vías antes del enfriador. Esta válvula selecciona el caudal de agua que va a pasar por el enfriador. El resto de agua será enviada directamente al colector de ADAT y será aspirado por la bomba de circulación, volviendo a empezar el circuito.

Cuando el motor principal está parado, hay que evitar que la temperatura de los cilindros y del motor en general baje en exceso, ya que al ponerse en marcha se produciría un choque térmico importante que dañaría las juntas de las culatas, entre otros elementos, que podrían quedar gravemente afectadas. Para evitarlo, existe una unidad de precalentamiento o “pre-heater” en la que una bomba aspira el agua de la salida del motor principal y la descarga en un intercambiador de calor, donde el agua es calentada con vapor y enviada de nuevo a los cilindros.



“Pre-heater” del motor principal

Por otra parte, el circuito de ADBT, requiere de los dos enfriadores de placas para mantener la temperatura adecuada de unos 35-40°C del ADBT. Estos enfriadores tienen como refrigerador agua salada, que produce incrustaciones de sal y elementos vivos y corrosión, así que progresivamente, la línea y el espacio entre placas se va obstruyendo ocasionando el calentamiento del circuito y el mal funcionamiento de los equipos refrigerados con ADBT. Por este motivo, hay que ir limpiando los intercambiadores de placas del circuito de ADBT con más asiduidad que los demás intercambiadores. Estos enfriadores son mucho más grandes que el enfriador de agua de alta temperatura ya que la diferencia de temperaturas entre el foco frío y el foco caliente es muy pequeña.



Enfriadores de placas de ADBT

A la salida de los enfriadores se incorpora la línea proveniente del tanque de compensación, con la misma función que en el circuito de alta temperatura.

Del colector principal del circuito de ADBT aspiran agua:

- Las tres bombas de refrigeración de los auxiliares
- La bomba de refrigeración del agua de alta temperatura y de refrigeración de aceite de lubricación.
- Las dos bombas de circulación que distribuyen el agua necesaria para los circuitos auxiliares.



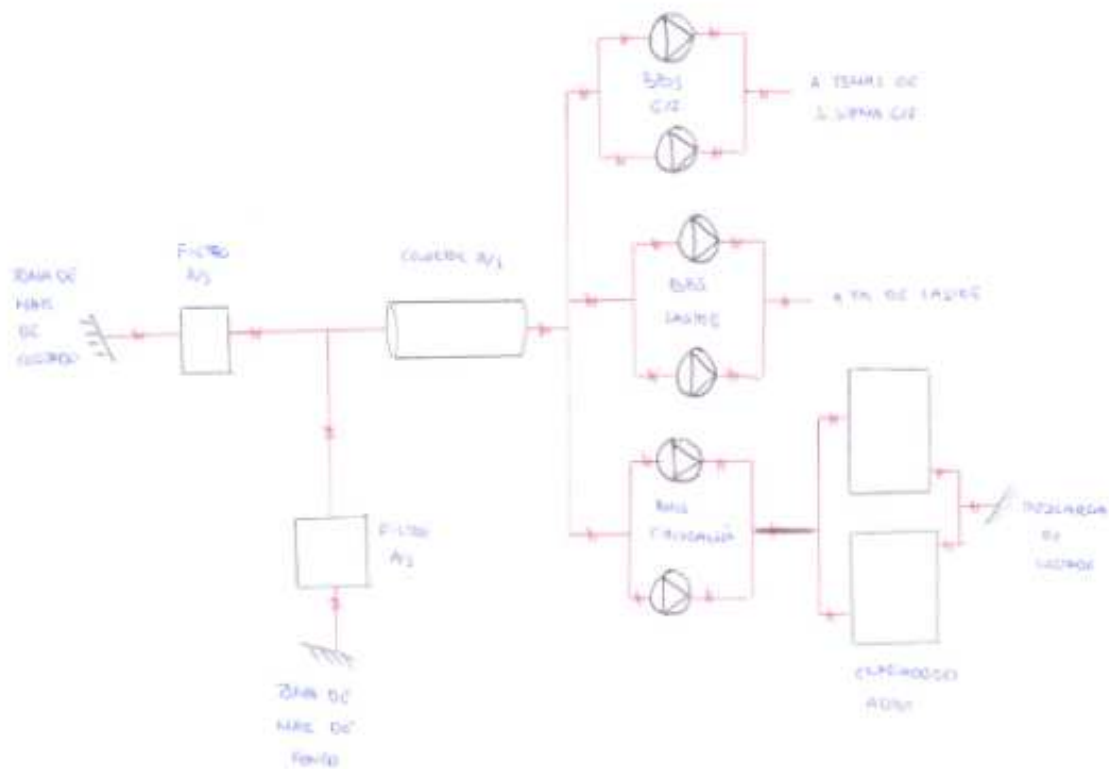
Bomba de refrigeración de los auxiliares

El circuito de agua salada tiene un recorrido corto. El agua de mar es aspirada por la toma de fondo o de costado y pasa por un filtro. De allí es enviada a un colector, de donde aspira una bomba que mediante una válvula de tres vías selecciona el caudal que va al enfriador de agua dulce de baja temperatura o a otros sistemas como el condensador de vapor o el condensador del aire acondicionado. Una vez el agua ha pasado por el enfriador de placas, es enviada al mar.



Izquierda: filtro de toma de mar de fondo. Derecha: bomba de agua de mar.

El circuito de agua salada que va al generador de agua dulce es un circuito independiente, con toma y descarga al mar también independientes. El circuito del generador de agua dulce tiene una toma de fondo, un filtro y una bomba de circulación. El agua de mar pasa por el foco frío del generador, situado en la parte superior de este. Aprovechando que para condensar el agua destilada ha tenido que absorber calor, se introduce esta agua salada al generador para evaporarla, ya que está un poco más caliente que el agua del mar. La explicación del funcionamiento del generador de agua dulce se hará en otro apartado.

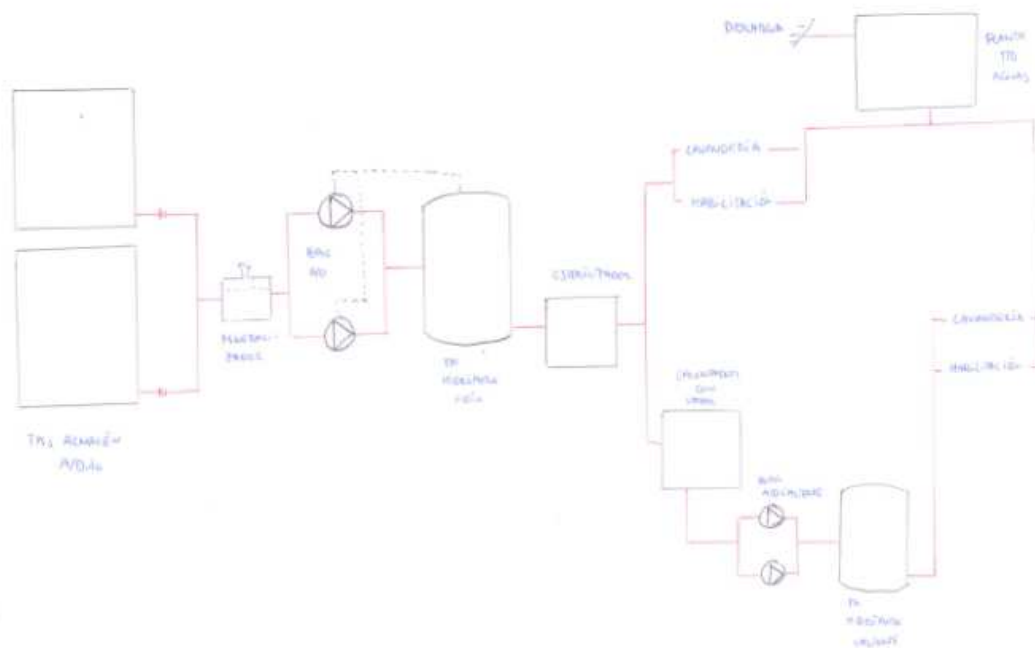


Esquema sistema agua salada

Sistema de agua dulce sanitaria

Las bombas centrífugas hidróforas, estando una en automático y la otra en reserva, aspiran de los tanques de agua dulce potable, dependiendo del que se esté consumiendo en el momento. Estos tanques hidróforos se llenan de agua dulce, una vez que esta pasa por el mineralizador.

El mineralizador es un elemento que introduce sales minerales al agua para que sea apta para el consumo. El generador de agua dulce genera agua destilada, que no es apta para el consumo ya que no hidrata. Para que el agua hidrate, hay que añadirle sales minerales.



Esquema agua dulce sanitaria

El tanque hidróforo dispone de un presostato que envía una señal de arranque a la bomba hidrófora que se encuentra en automático cuando la presión en dicho tanque es inferior a $2,5 \text{ Kg/cm}^2$. Cuando esta presión alcanza los $4,0 \text{ Kg/cm}^2$, el mismo presostato envía una señal de parada a dicha bomba.



Izquierda: bombas de agua dulce sanitaria. Derecha: tanque hidróforo agua fría

El agua dulce después de pasar por el tanque hidróforo, atraviesa el esterilizador, que es un recipiente cerrado al que se le aplica una luz ultravioleta para matar a todos los microorganismos que puedan haber quedado en el agua después de la evaporación ya que recordamos que la evaporación del agua en el generador de agua dulce no se hace a 100°C, por lo que pueden quedar organismos vivos tras la evaporación.

Después del esterilizador el caudal se distribuye para los diferentes consumidores, como son la lavandería y la habitación.

Otra línea va hacia el calentador de vapor con lo que se obtiene el agua dulce sanitaria caliente para la habitación. En caso de no disponer de vapor o estar fuera de servicio este calentador, el sistema dispone de un calentador eléctrico en paralelo con el anterior.



Tanque hidróforo de agua sanitaria caliente

Una vez se ha calentado el agua, se envía por medio de una bomba, mandada por un presostato igual que el anteriormente descrito, al tanque hidróforo de agua caliente y de allí se envía a los consumidores.

El sistema de servicios sanitarios dispone de una planta de tratamiento de aguas fecales donde se recogen las aguas sucias procedentes de la habitación, como son cuartos de baño, cocina, lavandería, hospital, imbornales de desagüe y drenajes de los evaporadores del aire acondicionado.

El agua sucia procedente de los fregaderos de la cocina antes de ser recogida en la planta de tratamiento pasa por un filtro donde se retiene la grasa.

La planta de tratamiento de aguas residuales y, tiene una capacidad de $3,5 \text{ m}^3/\text{día}$ y un consumo de 9 kW. Ésta formada por tres cámaras: tanque de aireación 1, cámara de sedimentación 2 y cámara de cloración 3.



Planta de tratamiento de aguas residuales

También tiene instalados dos compresores de aire, uno de reserva y el otro que funciona de forma continua, suministrando aire a presión a los diferentes sistemas de aireación, cloración y válvula de control.

Así mismo, dispone la planta de dos bombas, una de recirculación y otra de evaporación que se pueden intercambiar.

Las agua negras (procedentes de los retretes) entran directamente a la cámara 1. Los lodos de esta cámara son recirculados de forma continua (bomba de recirculación) reduciendo su tamaño al pasar por el filtro de cuchilla situado a la entrada de esta cámara.

Una válvula electroneumática abre durante 10-12 segundos cada 12 minutos o cuando el medido de nivel de flotador le envía la señal de apertura. Con esto se consigue que se interrumpa la recirculación y los lodos pasen a la cámara 2 a través de un filtro de 5 mm.

El sistema de aireación asegura la cantidad suficiente de oxígeno para que se desarrolle de forma óptima el tratamiento biológico de los lodos. Los lodos tratados

pasan a través de la cámara de sedimentación donde se produce la clarificación y sedimentación del depósito.

El lodo purificado y clarificado pasa a la siguiente cámara de cloración, aunque el lodo depositado en la superficie del líquido retorna al tanque de aireación mediante el sistema de recirculación.

El lodo de esta cámara es tratado con una solución de hipoclorito sódico, almacenado en un tanque dosificador.

La bomba de evacuación arranca y vacía la cámara 3 cuando recibe la señal del nivel alto, parando cuando recibe la señal del nivel bajo. Esta cámara también dispone de una alarma de muy alto nivel. Esta planta de tratamiento permite el lavado de las cámaras con agua salada procedente del sistema contraincendios.

En caso de estar fuera de servicio la planta de tratamiento, las líneas de aguas negras y grises se pueden descargar directamente al mar, siempre y cuando se esté a una distancia mínima de la costa y navegando a más de 7 nudos.

Sistema de achique de sentinas

Todos los tanques que no lleven combustible, así como las sentinas de la sala de máquinas y túneles de tuberías disponen de un sistema de achique para poder extraer los líquidos que quedan allí.

Los achiques de los tanques, van a parar al tanque de sentinas, algunas sentinas de Sala de Máquinas como la de popa o la de estribor pueden ser aspiradas directamente por la bomba del separador o la de lastre respectivamente.

Del tanque de sentinas es de donde aspira la del separador. La bomba del separador es de husillo, y de menor capacidad, unos $10 \text{ m}^3/\text{h}$, cosa lógica teniendo en cuenta que la bomba ha de ir de acuerdo a la capacidad del separador.

Aquí también se puede utilizar la bomba de lastre como comodín en caso de avería en la bomba de achique de sentinas.

Existe en la cámara de Máquinas una válvula de emergencia para la aspiración de agua de sentinas. Al abrir esta válvula, el agua de sentinas es impulsada por la bomba de agua salada de refrigeración del motor principal, cuya capacidad es muy superior a la de las demás bombas.

El separador de sentinas es uno de los elementos más importantes a bordo por los problemas legales que puede comportar.

El separador de sentinas es un equipo importantísimo para la prevención de la contaminación marina de hidrocarburos. Antes de la entrada en vigor del convenio MARPOL 73/78, no había ninguna reglamentación acerca de la descarga de hidrocarburos al mar a partir de 100 millas de la costa. Con la entrada en vigor de este convenio, quedaba prohibido cualquier descarga al mar de sustancias que contengan más de 15 partes por millón (ppm) de hidrocarburo. Esto obligó a dotar a los buques de un sistema para extraer los hidrocarburos mezclados con agua para poder descargar agua al mar.

El lugar donde hay más cantidad de agua mezclada con hidrocarburo es en la sentina. La sentina es el espacio más bajo de la cámara de máquinas y es allí donde van a parar todos los fluidos derramados, es por ello que hay mezclas oleosas.

Con periodicidad la sentina se llena y hay que achicarla. Toda el agua de achique de las sentinas es enviada al “tanque de sentinas”. En este tanque se almacenan los líquidos provenientes de la sentina antes de ser separados en agua e hidrocarburos por el separador de sentinas. Una vez esta mezcla de fluidos haya pasado por el separador de sentinas y la concentración de hidrocarburos en el agua sea inferior a 15 partes por millón, se podrá tirar esta agua al mar.

El funcionamiento del separador de sentinas se basa en la diferencia de densidades entre agua e hidrocarburos.

Los fluidos contenidos en el tanque de sentinas son conducidos hasta el separador mediante una bomba de desplazamiento positivo. Antes de pasar por la bomba, los fluidos pasan por un filtro que retiene los sólidos que pueda haber. La bomba es de desplazamiento positivo para introducir los fluidos al separador con un flujo laminar, mejorando así la posterior separación por densidades.

El separador de sentinas podemos dividirlo en dos partes: la parte superior y la parte inferior. En la parte inferior hay un conjunto de placas no metálicas –en este caso-onduladas y con unos pequeños orificios, una encima de otra separadas unos pocos milímetros entre sí. Estas placas hacen que al pasar una mezcla de agua e hidrocarburo a través suyo, el fluido menos denso – el hidrocarburo- tienda a subir atravesando los orificios y el fluido más denso – el agua- tienda a no atravesarlos y seguir el flujo dominante. De este modo, los hidrocarburos van siendo acumulados en la parte superior.

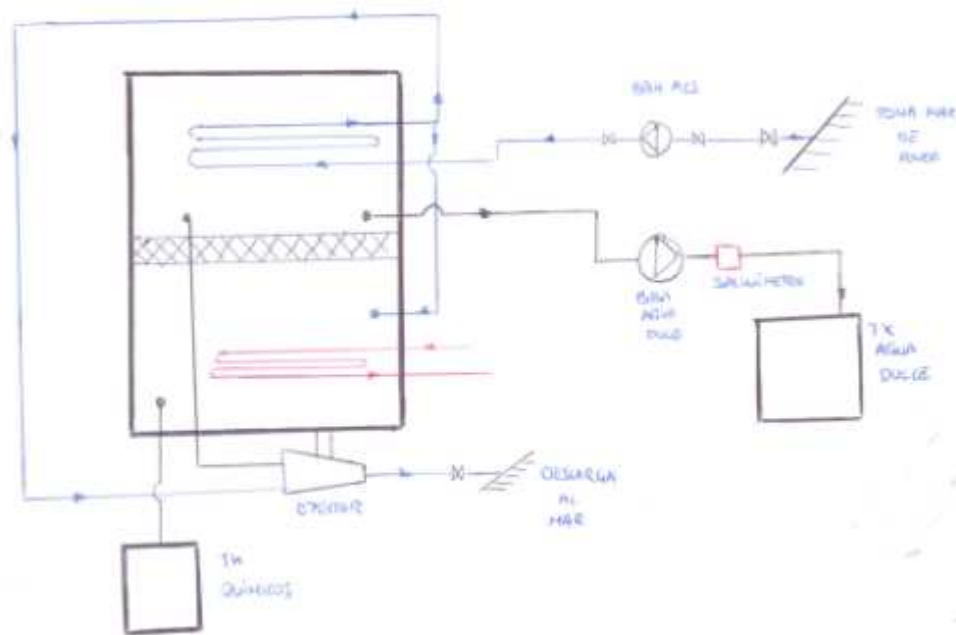
La parte superior tiene forma de semiesfera y es aquí donde se van acumulando los hidrocarburos. Cuanto más hidrocarburo haya, la interfaz agua- hidrocarburo estará más abajo. Aprovechando esto, hay dos sensores de continuidad que dependiendo si conducen electricidad o no entre sí, el sistema sabrá en que nivel se encuentra la interfaz y por lo tanto, la cantidad de hidrocarburo acumulado que hay. En la parte superior también hay un serpentín troncocónico con orificios que tiene también la función de separar por densidad el agua de los hidrocarburos.

Los fluidos provenientes del tanque de sentinas son introducidos por la parte inferior. Al entrar atraviesan las placas onduladas y se inicia la separación. A continuación, la mezcla que no se haya separado pasará por el serpentín troncocónico para acabar de separarse. Los hidrocarburos irán acumulándose en la parte superior y el agua en la parte inferior. Cuando el sensor de continuidad detecta que hay el suficiente hidrocarburo acumulado, abre la descarga de hidrocarburos, que son conducidos hasta el tanque de lodos. Esta descarga se encuentra en la parte superior. La descarga de agua en la parte inferior, donde se acumula el agua. Al salir del separador, el agua pasa por un filtro coalescente y posteriormente por un oleómetro, encargado de medir las partes por millón de hidrocarburo que hay en el agua. Si hay menos de 15 ppm de hidrocarburo, el agua es descargada al mar. En caso contrario, el agua es enviada de nuevo al tanque de sentinas donde deberá pasar de nuevo por todo el proceso.

El flujo de fluido a través del separador es lento para favorecer la separación de los dos fluidos.

El oleómetro mide la cantidad de hidrocarburos mediante un haz de luz infrarroja. El agua pasa a través de un tubo transparente que es atravesado por un haz de luz

infrarroja que sale de un emisor y llega a un receptor. Según la cantidad de luz que capte el receptor, éste sabrá qué cantidad de hidrocarburo hay. Debido a la opacidad del hidrocarburo, contra menos luz reciba el captador más cantidad de hidrocarburo habrá. Automáticamente, al detectarse más de 15 ppm se cierra la válvula de descarga al mar y se abre la válvula de recirculado



Esquema generador agua dulce



Separador de sentinas

Sistema de vapor

En el sistema de vapor se distingue el servicio de vapor a los distintos consumidores y el servicio de condensado y agua de alimentación.

Servicio de vapor

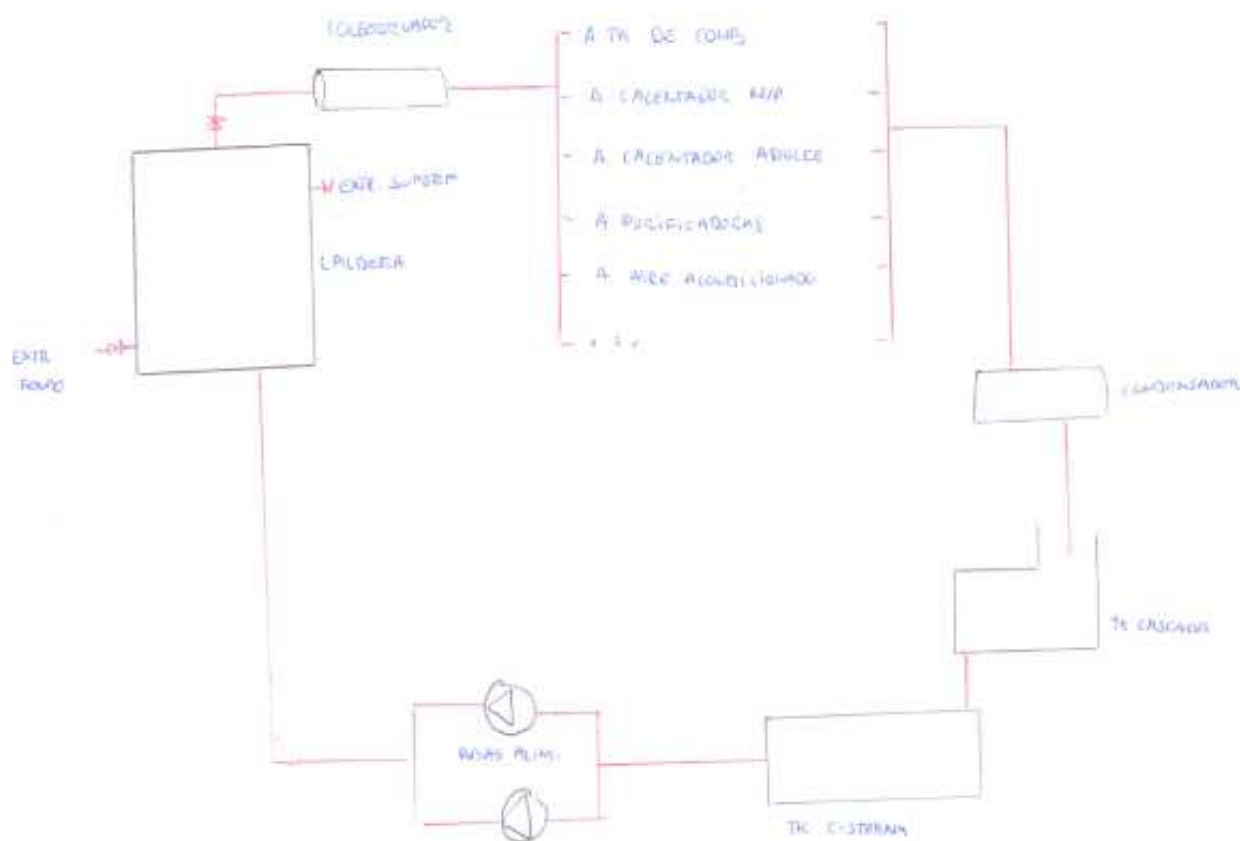
El vapor producido por la caldera de gases de escape se dirige a una línea principal a partir de la cual se reparte entre los distintos consumidores.

Después de la válvula principal de cada caldera, está instalada una válvula de retención. Si la presión de la línea es superior a $6,5 \text{ Kg/cm}^2$, el vapor sobrante se envía al condensador. A continuación se reduce la presión de vapor a 5 Kg/cm^2 , en caso de

que tras ésta reducción el vapor tenga una presión superior a $5,5 \text{ Kg/cm}^2$, el sobrante se envía a la atmósfera.

Normalmente, el vapor procedente de la caldera tiene una presión de $6,5 \text{ Kg/cm}^2$. De la línea principal de vapor salen ramales hacia:

- El aire acondicionado.
- El calentador de agua de cilindros del motor principal y de los generadores auxiliares.
- Los tanques que puedan contener combustible o residuos de combustible.
- El calentamiento de agua de sanitarios.
- Las líneas de combustible del motor principal.
- Las líneas de trasiego de combustible.
- Los calentadores de combustible y aceite lubricante de entrada a las depuradoras.
- Purificadoras



Esquema sistema de vapor

Servicio de condensado y de alimentación

Las condensaciones de todas las líneas de calentamiento se dirigen hacia el tanque de cascada, que es un tanque con dos niveles que permite la condensación del vapor proveniente de todas las líneas. Todas las líneas de condensación están provistas de un purgador termodinámico y de un grifo de purga.

Por este grifo se puede comprobar si se salen condensaciones de los componentes y si éstas están limpias y desprovistas de aceite.

En este tanque hay dispuestas una ventana de inspección y una luz de forma que se puede controlar si se produce el retorno de aceite en las condensaciones. Además, este tanque tiene la posibilidad de vaciar y descargar el posible aceite al tanque de lodos de Fuel Oil o a la sentina.

Del tanque de observación, una línea se dirige al detector de aceite en el condensado, que en caso de detectar la presencia de aceite genera una señal de alarma; mientras que la línea principal se dirige al tanque de cisterna.

El tanque cisterna, que se encuentra a una temperatura de 90°C, se rellena de forma automática con el agua de alimentación del tanque de agua dulce, situado a popa del taller a través de la bomba de llenado.

Las bombas de alimentación de la caldera aspiran del tanque de cisterna; aunque también pueden aspirar directamente del tanque de agua dulce.

Si no existe consumo de vapor, y el nivel de agua en la caldera es constante, las bombas de alimentación están paradas.

El agua de alimentación de las calderas se analiza de forma regular, casi diariamente, para observar el nivel de alcalinidad en forma de CaCO_2 y el nivel de cloruro en forma de Cl, el pH y el aspecto de la misma. También se analiza el contenido en Cl y el pH del condensado.

La caldera de gases de escape de circulación forzada de agua está situada en la chimenea, en el conducto de gases de escape del motor principal y está equipada con un amortiguador de ruido.

El agua fluye desde el tanque de cisterna, impulsada por las bombas de circulación, a través de las superficies de calentamiento. La mezcla de vapor y agua generada se bombea, mediante las bombas de circulación al colector de vapor, donde se separa el vapor del agua.

En el interior de la base se encuentra la charnela que regula el paso de los gases de escape; la superficie superior está provista de un registro que permite el acceso a la caldera.

La caldera dispone de un quemador de fuel-oil o diesel-oil para cuando el motor está parado o no genera los gases de escape suficientes como para generar un caudal de vapor suficiente.

Cuando se está en puerto o con el motor principal parado, se cierra la válvula de salida de vapor para reducir la cantidad de vapor que sale de la caldera y no consumir tanto combustible en el quemador.



Quemador de la caldera

En la superficie superior está la válvula de salida del vapor y las válvulas de seguridad. La caldera dispone de un medidor de nivel que indica a qué nivel está el agua dentro de la caldera.

Además también tiene unas válvulas que se pueden abrir para hacer las extracciones de fondo o superficie. Estas extracciones se hacen todos los días que el buque está navegando.



Válvula de extracción de fondo de la caldera

Antes de poner en servicio la caldera, tras una reparación o una parada prolongada, se revisa la misma, comprobando los diferentes sistemas, equipos, instrumentos de medición y control; también se comprueban las superficies de calentamiento, así como el colector de vapor.

Para llenar la caldera de agua se abren las válvulas de las bombas de alimentación y circulación, las de los manómetros, las de los niveles de observación, las del regulador de alimentación y el grifo desaireador. Se llena la caldera hasta su nivel superior mediante la bomba de alimentación y cuando el M.P. está a régimen y la caldera lista, es pone en marcha la bomba de circulación. Una vez que sale vapor por el grifo desaireador, se cierra.

Cuando se alcanza una presión de $1,5 \text{ Kg/cm}^2$ en el colector de vapor, se sopla el regulador, se comprueba el funcionamiento de los manómetros y cualquier posible fuga de agua o vapor.

Cuando se alcanza una presión de $2,3 \text{ Kg/cm}^2$ se comprueba el funcionamiento de las válvulas de seguridad.

Cuando se alcanza la presión de trabajo, se abre la válvula principal de vapor de forma gradual para comunicar el colector de vapor con la línea principal.

Para proceder a la parada de la caldera se abre la charnela de gases, con lo que se comunica el flujo de gases de escape con la chimenea, sin que circule este flujo por los serpentines de calefacción.

Se paran las bombas de alimentación y de circulación, y cuando la presión se aproxima a 0 Kg/cm^2 , se cierra la válvula principal de vapor.

Sistema de combustible

En este sistema se puede distinguir el circuito de trasiego, el circuito de depuración y el de alimentación de combustible del motor principal. A fin de simplificar este sistema, se muestran de forma independiente.

Trasiego de combustible

El sistema dispone de dos estaciones de toma de combustible, una en la banda de estribor y otra en la de babor, tanto para fuel-oil (F.O.) como para diesel-oil (D.O.) mediante conexiones internacionales.



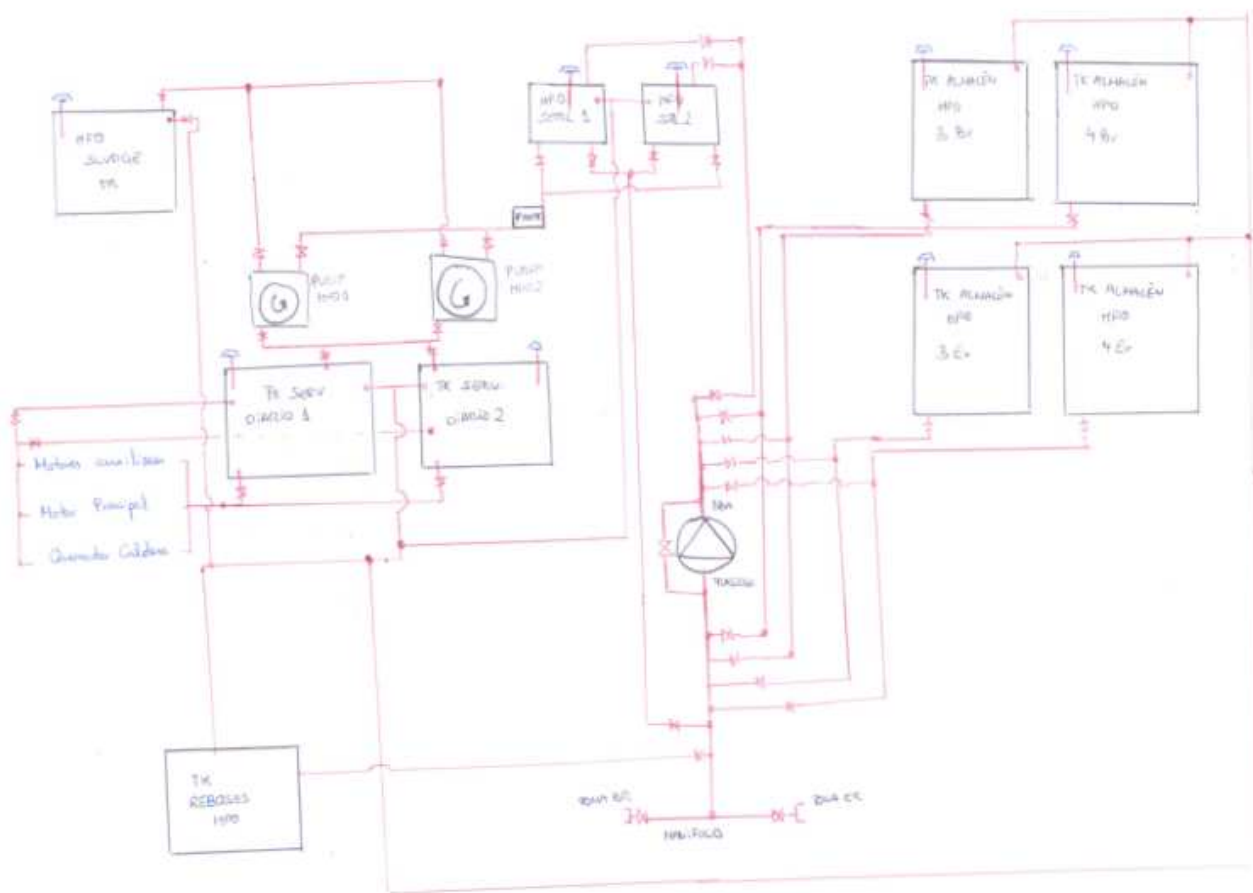
Izquierda: bomba de trasiego de diesel-oil. Derecha: bomba de trasiego de fuel-oil

Las posibles fugas de combustible de estas dos estaciones se recogen en bandejas de 0,8 metros cúbicos de capacidad justo debajo de las tomas de combustible. Estas bandejas, en caso de fuga de las conexiones serán encargadas de que el combustible no se escampe ni caiga al mar.

El fuel-oil se almacena en los tanques laterales 3 y 4 babor y estribor y el diesel-oil se almacena en los tanques 2 babor y estribor.

El sistema de trasiego consta de dos bombas, una para fuel-oil y otra para diesel-oil, pero en caso de emergencia se pueden intercambiar. Mediante válvulas manuales situadas en el piano de válvulas y un sistema de control de válvulas electro-neumáticas situadas en diferentes tanques se realiza el trasiego del combustible.

Todos los tanques disponen de una línea de rebose al tanque de reboses (overflow tank), que aunque tenga una capacidad de 7,8 m³, la alarma de alto nivel se activa cuando la capacidad del tanque es menor a la mitad de la capacidad.



Esquema trasiego de combustible

Depuración de combustible

Cada una de las depuradoras o purificadoras está equipada con un calentador de vapor, en el que la temperatura de salida del combustible se controla mediante una válvula termostática situada en la tubería de admisión de vapor; además, el calentador tiene una válvula de seguridad para cierre del lado de combustible.

Las depuradoras aspiran del tanque de sedimentación a través de un filtro, del calentador de vapor y de una válvula termostática de tres vías.

En caso de que el combustible no tenga la temperatura deseada, lo envía de nuevo al calentador, que tiene un by-pass para anularlo en caso necesario. Las depuradoras descargan al tanque de servicio diario, estando provisto este de un retorno al tanque de decantación, con el que se mantiene el nivel, sin llegar al rebose.

El sistema de depuración del fuel-oil y del diesel-oil son diferentes, contando con todos los elementos por separado. La purificadora de fuel-oil y la de diesel-oil son diferentes debido a que la viscosidad y densidad de los dos combustibles a tratar es diferente.

En caso de fugas de los calentadores éstas se dirigen al tanque de sentinas, mientras que los drenajes de los tanques y de las bandejas van al tanque de drenes. Los lodos que provienen del funcionamiento de las depuradoras se dirigen al tanque de lodos de combustible.

A continuación se muestra un pequeño esquema del funcionamiento de las depuradoras. Se muestran los tanques de donde aspiran y donde es llevado el combustible después de pasar por las depuradoras tanto de diesel-oil como de fuel-oil.

La depuradora separa el agua y los lodos del combustible limpio, enviando éstos dos fluidos, agua y lodos, al tanque de lodos.



Depuradora de fuel-oil



Depuradora de diesel-oil

Antes de poner en marcha la depuradora, se debe comprobar el nivel del tanque de agua de funcionamiento, así como el nivel de aceite del cárter de la misma, la temperatura del combustible a depurar y comprobar que está desconectado el freno.

Cuando se arranca la depuradora, es decir, el motor eléctrico que la acciona, y el rotor se pone a velocidad de régimen, se abre de forma manual completamente la válvula de alimentación.

Alimentación de combustible al Motor Principal

Este sistema está descrito en el apartado de sistemas del motor principal.

Sistema de aceite lubricante

El servicio de aceite lubricante se puede subdividir en varios circuitos, ya que la lubricación de la mayoría de las máquinas y elementos se realiza de manera independiente.

Por ejemplo la lubricación del motor principal, que ya se vio en el apartado de lubricación del mismo, es prácticamente independiente al resto de elementos de sala de máquinas, tan solo hay unas conexiones de aspiración de emergencia en el caso de que no se pudiese aspirar del tanque de servicio diario.

Cuando el motor está parado y se piensa arrancar, hay que prelubricarlo. Todas las bombas envían el aceite al enfriador, que tiene un by-pass por si no fuese necesario enfriar el aceite. Del enfriador se pasa al filtro mecánico y después la mayor parte entra en el motor tal como se explicó y el resto se dedica a lubricar el cojinete de empuje. Después de cometer su función el aceite vuelve al tanque de servicio.

La purificadora recoge el aceite del tanque de servicio diario. La purificadora es una WESTFALIA con bomba centrípeta que alimenta al bolo, con una salida al tanque de lodos para las impurezas y otra de retorno al tanque de servicio diario. El motor mueve tanto a la bomba centrípeta como al bolo de purificación. Mientras que la bomba gira a la misma velocidad que el motor, unas 1400 RPM, la bola la multiplica por una serie de engranajes hasta las 150 revoluciones por segundo, ya que es necesaria una gran fuerza centrífuga que separe las impurezas del aceite. La purificadora se encuentra en el tecele del doble fondo a estribor, justo encima del tanque de lodos y muy cerca del motor, para facilitar tanto la aspiración como la descarga.



Purificadoras de aceite

Otro elemento que precisa de aceite es la bocina, para estanqueizarla, el sistema de aceite de la bocina es muy simple, pues solo consiste en un tanque que se sitúa en el mamparo de popa de la sala de máquinas en el tecele principal y un par de tuberías, uno de subida y otro de bajada del aceite, que mantienen una presión diferencial de unos 2 m para que el cierre de la bocina sea el adecuado. También hay un visor que permite

comprobar si en la bocina ha entrado agua. Si el aceite tiene tonalidades blanquecinas es que ha entrado aceite en la bocina.

Los motores auxiliares, no tienen ninguna comunicación con el servicio de aceite. A estas máquinas se les llena el cárter de o bien cuando lo necesitan con un cubo o con una manguera cuando precisan el llenado completo del cárter, y se deja así hasta que es necesario más aceite. Cuando es preciso limpiar el cárter del auxiliar se vacía mediante una bomba portátil neumática, y su aceite es introducido en el tanque de servicio diario del motor principal y aprovechado por éste para su lubricación.

Hay distintas clases de aceite, por ejemplo el motor principal y los auxiliares precisan de un tipo de aceite, las turbos de los motores precisan otro tipo, las plantas de frío necesitan uno que aguante muy bajas temperaturas. Para ello se precisa de lugares distintos para almacenarlo.

El aceite de los motores, se almacena en su mayoría en el tanque de almacén de aceite, que se encuentra en la popa. Este tanque alimenta al tanque de servicio diario y al de reserva de una forma directa, sin necesidad de bomba, únicamente se precisa abrir unas válvulas.

El resto de aceites no se pueden mezclar y son introducidos directamente, aunque se pueden comunicar si ello fuese necesario por alguna razón de emergencia.

Sistema de aire comprimido

A bordo del “Dominica” pueden diferenciarse tres sistemas de aire comprimido: el sistema de aire de arranque, el sistema de aire de servicio y el sistema de aire de control.

El sistema de aire de arranque trabaja con aire a 30 bares de presión y tiene la función de arrancar el motor principal y los motores auxiliares introduciendo aire a presión en el interior de los cilindros durante la carrera descendente para que el pistón se vea empujado y comience el movimiento del volante de inercia.

El sistema de aire de control trabaja con aire a 7 bares y tiene la función de proporcionar aire a todos los equipos que lo necesiten, como por ejemplo las purificadoras, los filtros autosoplantes, válvulas teledirigidas, etc

Por último está el aire de servicio que trabaja a una presión también de 7 bares y tiene la función de proporcionar aire para aplicaciones como herramientas neumáticas o equipos no elementales para el funcionamiento del barco que se puedan usar.

El sistema de aire del buque tiene una particularidad y es que el compresor de aire de control se encontraba fuera de servicio porque había gripado, es decir, debido a las altas temperaturas dentro del cilindro, el pistón y la camisa se habían solado. Esto obligaba a utilizar el aire de arranque como aire de control, haciendo pasar el aire de arranque previamente por una válvula reductora de presión que reducía la presión de trabajo de los 30 bares a 7 bares.

Sistema de aire de arranque

El sistema de aire de arranque, como se ha dicho, estaba en contacto permanente con el sistema de aire de control.

El sistema de aire de arranque tiene dos compresores de dos etapas que comprimen el aire hasta 30 bares y lo almacenan en unas botellas capaces de soportar esa presión. Estas botellas suministran el aire al motor principal para su arranque y a una botella de almacén de aire para el arranque de los auxiliares.



Compresores de aire de arranque



Izquierda: botella de aire de arranque de auxiliares. Derecha: botellas aire arranque motor principal

Además están conectadas mediante válvulas de reducción de presión con el sistema de aire de control.



Válvulas reductoras de presión

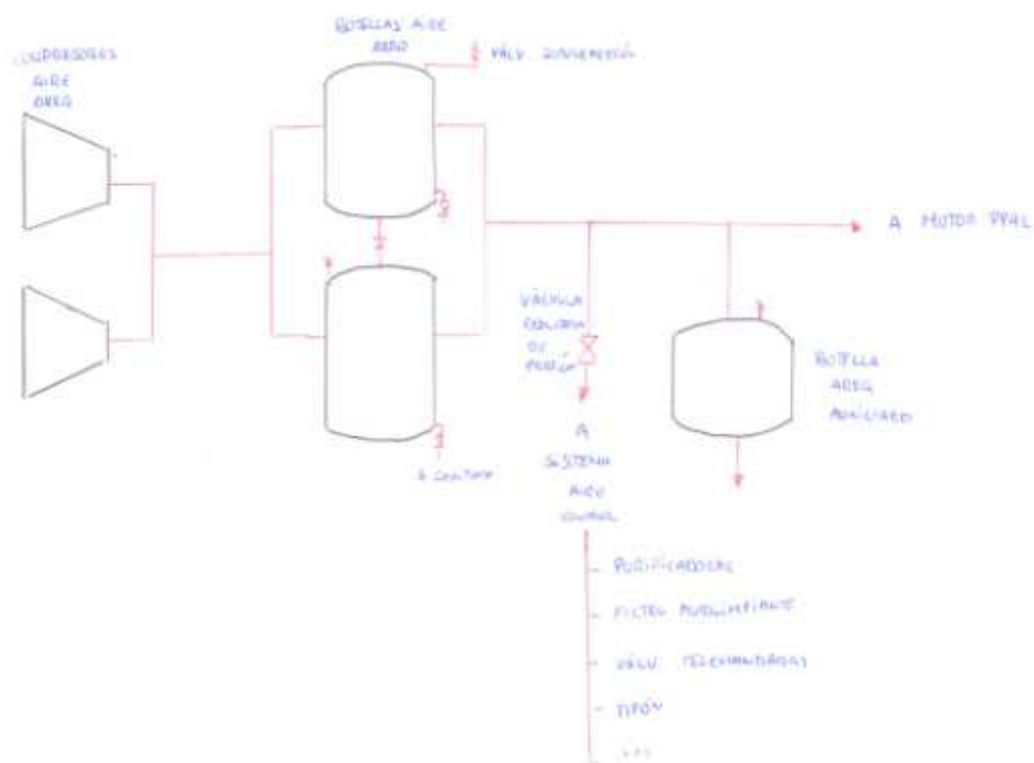
Sistema de aire de servicio

El sistema de aire de servicio trabaja con una presión de 7 bares. Consta de un compresor de tornillo a la salida del cual hay un deshumidificador que tiene la función de sacar la humedad contenida en el aire y finalmente una botella de almacén.

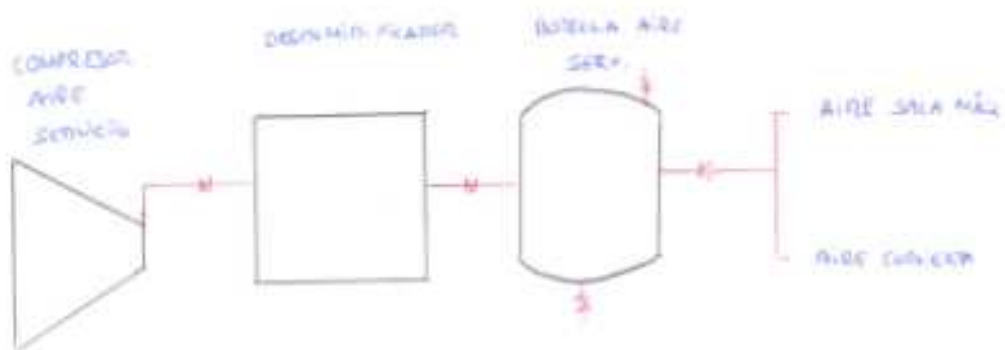
Se abre la válvula de salida de la botella cuando se va a utilizar alguna herramienta que necesite de aire para funcionar.



Izquierda: compresor de aire de servicio. Derecha: secador de aire de servicio



Esquema de aire de arranque i aire de control



Esquema aire de servicio

SEGURIDAD DEL BUQUE

Descripción y funcionamiento de los Sistemas de Seguridad del Buque

En este capítulo se recogen todos los elementos y componentes referentes a la seguridad del buque y sobre todo de la tripulación. Se divide en dos grandes grupos:

- Contraincendios
- Supervivencia en la mar

Sistemas Contraincendios

Sistemas Fijos de Extinción de Incendios por agua

El sistema fijo de extinción de incendios es por agua salada y consta de tres bombas completamente independientes.

Las dos bombas primeras bombas son centrífugas ya descritas en apartados anteriores y pueden ser accionada a distancia desde el control de máquinas o desde el puente independientemente.

La otra bomba de contraincendios es la de emergencia situada en el local de la hélice de proa. Se trata de un equipo totalmente independiente y autónomo accionado por un motor de explosión. En caso de fallo de corriente, dispone de un sistema manual de arranque por aire, disponiéndose de un calderín y un compresor de mano.

La línea de distribución principal tiene un diámetro de 136mm. El tipo de conexión que montan es el denominado como de internacional. Las bocas contraincendios con manguera de que se disponen son:

- Puente 2
- Cubierta nº6..... 2
- Cubierta nº5..... 2

• Cubierta nº4.....	4
• Cubierta nº3.....	3
• Cubierta nº2.....	3
• Cubierta nº1.....	6
• Cubierta Principal	13
• Entrepunte	1
• Cubierta de máquinas nº1	1
• Cubierta de máquinas nº2	2
• Local hélice de proa	1

Las tomas para conexiones internacionales se encuentran:

• Pasillo costado de Er	1
• Pasillo costado de Br	1
• Puerta estación C-I	1
• Castillo Br	1



Boca contraincendios situada en la sala de máquinas

Sistemas fijos contraincendios por CO₂

En el buque existen dos sistemas contraincendios por medio de CO₂, uno específico para la sala de máquinas y otro sistema general.

Sistema de CO₂ de máquina

El sistema específico de la sala de máquinas dispone de dos botellas de CO₂ de 45 litros cada una, situadas en el anexo de la sala de máquinas en la cubierta principal, pudiendo ser activado desde ese mismo lugar o desde el pañol anexo al pañol contraincendios y actuando sobre los siguientes espacios:

- Colector de escape del motor principal.
- Cámara de barrido del motor principal.
- Cáster del motor principal.
- Colectores de escape de motores auxiliares.
- Caldera auxiliar.
- Incinerador.

Operación del Sistema de CO₂ de la Máquina

Estas son las instrucciones para:

- La extinción de incendios en los colectores de escape.
- Cámaras de barrido y cáster del motor principal.
- La extinción de incendios en los colectores de escape de los motores auxiliares, caldera auxiliar e incinerador.

Cuando se detecte un incendio en cualquiera de los lugares antes mencionados es necesario abrir manualmente la manivela roja para la salida del CO₂ desde las dos

botellas que se encuentran en un pañol externo a la sala de máquinas, en la primera cubierta.

I.- para la extinción de incendios en los colectores de escape, cámaras de barrido y colectores de aire de barrido del motor principal.

Parar el motor principal, si resulta imposible su parada abrir la válvula nº 1 y la nº 6.

II.- para la extinción de incendios en el cárter del motor principal.

Parar el motor principal disparar el CO2 abriendo la válvula Nº 7, las puertas del cárter solo podrán abrirse 30 minutos después de dispararse el co2 y una vez cerciorados de que el incendio esta extinguido.

III.- para la extinción de incendios en los colectores de escape de los motores auxiliares.

Poner en marcha el motor auxiliar de reserva, parar el motor

Auxiliar incendiado y disparar el co2 al lugar del incendio por medio de la valvula nº 2 para la banda de estribor y la nº 5 para la banda de babor.

IV.- para la extinción de incendios en el colector de escape de la caldera auxiliar e incinerador.

Parar de inmediato el equipo en cuestión, disparar el co2 con

Ayuda de la válvula nº 3 para el colector de la caldera y la Nº 4 para el colector del incinerador.

Después del disparo de co2 y la extinción de cualquier incendio cerrar la correspondiente válvula que ha sido disparada.

Llevar a cabo una inspección minuciosa interna del equipo en cuestión observándose las reglas de seguridad y protección en el trabajo vigentes para cada caso.

Detectores de incendios

El buque dispone de dos sistemas de detección de incendios:

- Uno es el encargado de detectar el fuego, en este caso humo, solo en la habitación y sala de máquinas.
- El otro solamente detectaría humo en las bodegas y va íntimamente ligado al sistema de CI

El primer sistema trabaja con detectores electrónicos, de tipo iónico, que una vez activados harán sonar la alarma que están centralizadas en el puente y en el control de la sala de máquinas donde se podrá observar cual es el detector que ha entrado en funcionamiento y que ha dado la alarma, para proceder a la extinción del fuego. Los detectores de humo están distribuidos desde el tecele inferior hasta el guardacalor cerca de la caldera de gases.

Los lugares donde están instalados los detectores de humo de este sistema son:

- 1 en el local del servo.
- 2 en el guarda calor cerca de la caldera de gases.
- 2 en el pañol de repuestos de la máquina.
- 1 en el local del generador de emergencia.
- 1 en el local del incinerador.
- 3 en el taller de máquinas.
- 1 en los generadores.
- 2 en el control de máquinas.
- 1 local depuradoras.
- 1 encima de la cisterna de la caldera.
- 1 cerca compartimento del aire acondicionado.
- 1 cerca del evaporador.

- 1 encima de la bomba de agua salada nº 2.
- 1 encima del filtro de aceite.
- 1 encima del generador de cola.
- 1 encima de la bomba de combustible nº2.



Detector de incendios sala de máquinas

Instrucciones para el control de incendios

Se incluye a continuación un esquema a seguir en caso de incendio en las bodegas de carga, espacios protegidos y la Sala de Máquinas del buque:

Control de incendio en la sala de máquinas

A. En caso de que el fuego en la sala de maquinas no pueda ser sofocado con los extintores portátiles o por el sistema independiente de CO2 de la maquina:

- 1.- Parar las maquinas que están operando.
- 2.- Desalojar la sala de maquinas el control de maquinas y el resto de espacios.
- 3.- Cerrar las puertas de la sala de maquinas y ventilaciones(cubierta nº4 y cub. princ)

- 4.- Cerrar las aberturas de ventilación excepto las lumbreras del guardacalor.
- 5.- Asegurarse de la evacuación de la sala de maquinas
- 6.- Abrir la puerta del armario compartimento 323 cubierta nº4. Mientras la puerta esta siendo desbloqueada se conectara 2 minutos señales de alarma audiovisual en la sala de maquinas y se cerraran bombas de fuel y ventilaciones.
- 7.- Asegurarse de que la presión del aire de control es de 0,6 MPa.
- 8.- Por medio del pulsador en el armario serán disparadas las dos botellas de control que presurizaran el CO₂ en la línea, y con el segundo pulsador se abrirá la válvula de paso de CO₂ a la maquina. Las 120 botellas se vaciaran a la vez en la sala de maquinas.
- 9.- Después de la descarga del CO₂, cerrar las lumbreras del guardacalor.

B. En caso de que el control a distancia fallase o no fuera accesible:

- 1.- Proceder como en los puntos anteriores 1,2,3 y 4.
- 2.- Desbloquear el pañol del CO₂ (casamata de Er.)
- 3.- Abrir la puerta del armario de la válvula que da paso a la sala de maquinas, con la que sonaran alarmas por 2 min.
- 4.- Asegurarse de que la sala de maquinas a sido evacuada.
- 5.- Disparar a mano las dos botellas piloto, presurizando el CO₂ en la línea.
- 6.- Activar manualmente la válvula que da paso al CO₂ a la sala da maquinas.
- 7.- Después de la descarga del gas cerrar lumbreras.

Acción después del fuego:

- 1.- Retener el CO₂ en el espacio afectado bajo control al menos 12 horas. El espacio no debe ser abierto ni ventilado antes de la llegada al puerto mas cercano.

2.- En caso de tener que entrar al espacio afectado asegurarse de que el esta suficientemente aireado con la ventilación del barco o con instalación de extractores portátiles. La succión debe ser la mínima posible.

3.- Después de entre 2 y 5 horas de ventilación dos hombres dotados de equipos de respiración autónomos y líneas de seguridad comprobaran que la atmósfera del compartimento no es perjudicial.

4.- Después de usar el sistema rellenar de aire y purgar el circuito.

5.- Llevar todas las válvulas de las botellas a la posición de cerrado. Marcar las botellas vacías para su posterior identificación. Poner un nuevo cristal en el control del CO₂ con su llave en el interior.

6.- Mandar a rellenar las botellas vacías en el puerto mas cercano con 30 Kg de CO₂ por botella.

Sistemas contraincendios portátiles: EXTINTORES

En el buque podemos encontrar dos tipos de extintores, repartidos por diferentes espacios:

- CO₂
- Polvo seco

Extintores de CO₂

SITUACIÓN	CANTIDAD	NUMERACIÓN
Telegrafía	1	1
Puente	2	2 y 2ª
Cocina	1	19
Pasillo cámaras frigoríficas	1	25
Cubierta del separador	1	53
Cubierta del Control de Maquinas	4	45, 40, 41, 39,
Cubierta Principal	10	27,28,32, 33, 34, 37, 38, 35, 36, 48
Botes salvavidas	2	S/N

Extintores de Polvo Seco Polivalente

SITUACIÓN	CANTIDAD	NUMERACIÓN
Cubierta nº 5	4	3, 4, 5, 6
Cubierta nº 4	4	7, 8, 9, 10
Cubierta nº 3	4	11, 12,13, 14
Cubierta nº 2	4	15, 16, 17, 18
Cubierta nº 1	2	20, 21
Cubierta Principal	7	22, 23, 24, 26, 29, 30, 31
Cubierta Control de Máquinas	5	43, 44, 46, 47, 42
Cubierta del Eje	4	55, 56, 57, 58
Cubierta del Separador	6	51, 52, 49, 54, 53, 50

Dos carros de polvo seco de 50 Lts situados en maquinas

- Tecle de auxiliares
- Tecle de eje.



Vista de un extintor de polvo seco polivalente

Estación contraincendios

Pañol n°2 situado en cubierta principal (habilitación) babor.

- Equipos de respiración autónomos(N°s.1;2;)----- 2 unidades.
- Trajes de bombero-----2 Juegos.
- Hacha de bombero----- 2 unidades.
- Linternas de bombero-----3 unidades.
- Arnese-----2 unidades.
- Botas de bombero----- 2 pares

- Cinturones de bombero----- 2 unidades.
- Líneas de seguridad (acero y piola) ----- 2 unidades.
- Respetos para las mascarar ----- varios.
- Cascos con protector ----- 2 unidades.
- Mantas para fuego. ----- 5 unidades.
- Guantes anti choque eléctrico----- 2 pares.

Pañol n°1 situado en casamata a pr. De brazola bodega n° 3.

- Equipos de respiración autónomos. (N°s.2 Y 3)----- 2 unidades.
- Cascos de bombero con protector----- 2 unidades.
- Hachas de bombero.----- 2 unidades.
- Linternas.----- 2 unidades.
- Arnese de seguridad.----- 2 unidades.
- Botas de bombero.----- 2 pares.
- Líneas de seguridad.----- 1 unidad.
- Lona encerada.----- 1 unidad.
- Botellines CO2 para extintores de 45 Lts.----- 12 unidades.
- Botellines de 55gr. de CO2 para extintores de polvo.---- 80 unidades.
- Espuma recargas para extintores de espuma.----- 6 Lts.
- Botes de humo no tóxico.----- 16 unidades.
- Mangueras de respeto con conexión.----- 4 unidades.
- Respetos de hidrantes (boquillas).----- 10 unidades.
- Manguera de aire comprimido .----- 15 mts.
- Mangueras con terminales para unión.----- 2 unidades.
- Guantes para el fuego y mantas.----- 4 unidades.
- Trajes de bombero----- 1 unidades.

Equipos de Supervivencia

Señales pirotécnicas y equipos lanzacabos

DESIGNACION	Nº de UNIDADES	LOCALIZACION
Cohetes con paracaídas rojos.	12 12 (6 y 6)	Cajón de señales pirotécnicas. Alerón de Er del Puente. 6 en cada uno de los cajones de los botes Er. Y Br.
Bengalas blancas de mano.	12 12 (6 y 6)	Cajón de señales pirotécnicas. Alerón de Er. del Puente. 6 en cada uno de los cajones de los botes Er y Br.
Botes de humo flotantes.	2 2(1 y 1)	Cajón de señales pirotécnicas. Alerón de Er. del Puente. 1 y 1 en cada uno de los cajones de los botes Er. y Br.
Aro salvavidas con dispositivo fumígeno.	2	1 en cada alerón del Puente.
Lanzacabos (250 mts.).	4	Cajón alerón de Br. del Puente.

Aros salvavidas

El buque dispone de 12 aros salvavidas que en función de su localización cumplen con las siguientes particularidades:

- Dos aros son simples y están situados en las amuras de Er y Br del castillo de proa.
- Seis disponen de dispositivo luminoso y rabiza, y están dispuestos en las dos estaciones de práctico, en las dos cubiertas de botes y en las dos bandas Er. y Br. de la cubierta principal.
- Dos disponen únicamente de rabiza flotante y están situados en la maniobra de popa.
- Dos que están situados en los alerones de Br. y Er. además de pesar dos Kg. más aproximadamente que el resto y disponer de dispositivo también cuentan con artefacto fumígeno de activación automática.



Aro Salvavidas. Éste dispone de dispositivo luminoso y rabiza.

Chalecos salvavidas

Los chalecos salvavidas han sido fabricados en España, son de la marca plasticel s.a. y están homologados por la Dirección General de Marina Mercante. La localización a bordo es como sigue:

En el puente	6 unidades.
En el pañol de proa	6 unidades.
En cada cabina	1 por cada persona.
En el control de máquinas	6 unidades.
En cada uno de los cajones del equipo de los botes	4 unidades.



Vista del Chaleco Salvavidas situado en uno de los camarotes.

Botes Salvavidas

Se dispone de un botes salvavidas situados a popa del buque, a babor, cerca de las salidas de la zona de acomodación.



Bote salvavidas

Equipo de los botes salvavidas

El equipo de supervivencia con el que cuenta cada uno de los botes salvavidas se encuentra estibado en la cubierta de embarque de los botes en unos containers diseñados especialmente para preservar todo el material antes mencionado.

Los dos equipos constan del siguiente material:

- Juego de señales pirotécnicas.- 4 cohetes con paracaídas, 6 vengalas de mano y 2 botes de humo.
- Botiquín de primeros auxilios.
- Ancla flotante.
- Agua, 4 bidones estibados en el bote, 4 medidores.
- Linterna eléctrica con juego de respaldos (baterías y bombilla)
- Espejo de señales.

- Folleto indicativo de las señales de salvamento.
- Silbato.
- Navaja.
- 6 abridores de latas.
- Aparejos de pesca.
- Protecciones térmicas (4 unidades).
- Proyector de búsqueda.
- Reflector de radar.
- Cerillas.
- Juego de cartas de navegación.
- Lámpara de aceite.
- 2 aros flotantes con rabiza.
- Encerado.
- 1 Extintor de CO2
- 50 Dosis de comida deshidratada.

Trajes de supervivencia

Abordo existe 20 trajes de supervivencia que se encuentran situados en la cubierta nº3 en el camarote 416 babor. El modelo de los trajes es el ISS-590i.y fabricado en STERNS MANUFACTURING CO. USA.

El traje de inmersión estará confeccionado con materiales impermeables, de modo que:

- Pueda desempaquetarse y quedar puesto, sin ayuda, en no más de 2 minutos, habida cuenta de toda indumentaria que además haya que llevar, más un chaleco salvavidas si el traje de inmersión ha de llevarse con éste.

- Deje de arder o de fundirse tras haber estado totalmente envuelto en llamas durante 2 s.

-Cubra todo el cuerpo, pero no la cara; las manos quedarán asimismo cubiertas, a menos que el traje lleve guantes unidos permanentemente.

- Lleve los medios necesarios para reducir al mínimo o disminuir la entrada de aire en las perneras;

- Tras haber saltado al agua el usuario desde una altura no inferior a 4,5 m, no se produzca una penetración excesiva de agua en el traje.

El traje de inmersión permitirá a la persona que lo lleve y que además lleve un chaleco salvavidas, si el traje ha de llevarse con tal chaleco:

- Subir y bajar por una escala vertical de al menos 5 m. de altura.
- Desempeñar cometidos normales durante el abandono del buque.
- Lanzarse al agua desde una altura de al menos 4,5 m. sin que el traje sufra daños o quede descolocado y sin que el usuario se lesione.
- Nadar una distancia corta y subir a una embarcación de supervivencia.

Si es necesario llevar chaleco salvavidas además del traje de inmersión, el chaleco se llevará encima del traje de inmersión. Una persona que lleve un traje de inmersión habrá de poder ponerse sin ayuda un chaleco salvavidas.

Un traje de inmersión hecho de un material que no sea intrínsecamente aislante llevará marcadas instrucciones que indiquen que debe llevarse en combinación con prendas de abrigo y estará confeccionado de modo que, si una persona lo lleva puesto en combinación con prendas de abrigo y además con un chaleco salvavidas, si ha de llevarse con tal chaleco, el traje continúe dando protección térmica suficiente para que, utilizado durante 1 h. en una corriente de aguas tranquilas cuya temperatura sea de 11°C, tras haber saltado al agua el usuario desde una altura de 4,5 m., la temperatura corporal de éste no descienda más de 21 °C.

Un traje de inmersión hecho de un material que sea intrínsecamente aislante y que se lleve puesto con un chaleco salvavidas, si ha de llevarse en combinación con tal chaleco, dará al usuario, después de que éste haya saltado al agua desde una altura de 4,5 m. protección térmica suficiente para que su temperatura no descienda más de 21°C tras un periodo de inmersión de 6 h. en una corriente de aguas tranquilas cuya temperatura oscile entre 0°C y 21°C.

El traje de inmersión permitirá a la persona que lo lleve puesto con las manos cubiertas, tomar un lapicero y escribir después de haber estado 1 h. en el agua hallándose ésta a 11°C.

Una persona que se encuentre en agua dulce llevando ya sea un traje de inmersión que cumpla lo prescrito en la regla 32, ya un traje de inmersión con chaleco salvavidas, podrá, hallándose boca abajo, darse la vuelta y quedar boca arriba en no más de 5 s.

Ayudas Térmicas

A bordo existen un total de 32 ayudas térmicas situadas como siguen:

24 unidades en la cubierta N°3 camarote 416

8 unidades en las cubiertas de botes, 4 en el pañol de estribor al pie de los pescantes del bote salvavidas

4 en el pañol de babor al pie de los pescantes del bote N°2 Br.

Todas estas ayudas térmicas fueron fabricadas en Suecia por ASCON-KEMI AB.

Modelo ASCOTHERM IMO. 86 MK 2 DK.

Equipo de radio y radio balizas de seguridad.

El barco estará dotado de un equipo de radio portátil de emergencia.

El tipo de radio es: ELECTRO MECANO

Situación: EN EL PUENTE.

Este equipo de radio junto con una radio-baliza de modelo aprobado se llevara a los botes antes de ser botados.

El tipo de la radio-baliza es: E.P.I.R. 'S. NOVA MARINE SYSTEM.
ENGLAND.

Tipo: TYPE N° RT-260 M. SERIAL N°.2677.

Lugar: Puente, alerón de babor.(caducidad de las baterías 11/2020)

Las instrucciones para su operación se muestran en la misma radio-baliza con ilustraciones por pasos.

NOTA:

Además de estos sistemas se dispone de un juego de “walquie-talkies” aprobados por G.M.D.S. S que serán distribuidos en los botes.

Transpondedor de radar de búsqueda y rescate fabricado por:

LOKTA LIMITED.

Tipo: MODEL SAS8 91M
SERIAL N°S. 065015; 065018.

Lugar: EL PUENTE, salidas Er. y Br.

LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN

Lucha contra la contaminación de hidrocarburos

El buque dispone de un separador de sentinas, un pañol con distintos materiales para hacer frente a la contaminación y de un incinerador. El incinerador no se utilizaba porque el armador prefería descargar los trapos oleosos en tierra y ahorrarse el combustible que se requiere para hacer funcionar el incinerador.

Pañol de lucha contra la contaminación

El buque “Dominica” dispone de un pañol de lucha contra la contaminación, en el que se encuentra estibado el siguiente material:

- 1 Bidón para residuos.
- 5 Sacos con material absorbente.
- 3 Sacos de serrín.
- 1 Saco de bolitas absorbentes.
- 2 Latas de 20 kg. de dispersante.
- 4 Trajes completos anticontaminación. (homologados por la D.G.M.M.).
- 2 Equipos de respiración autónomos (homologados).
- 3 cubos y 3 palas señalizadas convenientemente.
- 1 Equipo de presión de agua.

Equipo separador de sentinas

El separador de sentinas es un equipo importantísimo para la prevención de la contaminación marina de hidrocarburos. Antes de la entrada en vigor del convenio MARPOL 73/78, no había ninguna reglamentación acerca de la descarga de

hidrocarburos al mar a partir de 100 millas de la costa. Con la entrada en vigor de este convenio, quedaba prohibido cualquier descarga al mar de sustancias que contengan más de 15 partes por millón (ppm) de hidrocarburo. Esto obligó a dotar a los buques de un sistema para extraer los hidrocarburos mezclados con agua para poder descargar agua al mar.

El lugar donde hay más cantidad de agua mezclada con hidrocarburo es en la sentina. La sentina es el espacio más bajo de la cámara de máquinas y es allí donde van a parar todos los fluidos derramados, es por ello que hay mezclas oleosas.

Con periodicidad la sentina se llena y hay que achicarla. Toda el agua de achique de las sentinas es enviada al “tanque de sentinas”. En este tanque se almacenan los líquidos provenientes de la sentina antes de ser separados en agua e hidrocarburos por el separador de sentinas. Una vez esta mezcla de fluidos haya pasado por el separador de sentinas y la concentración de hidrocarburos en el agua sea inferior a 15 partes por millón, se podrá tirar esta agua al mar.

El funcionamiento del separador de sentinas se basa en la diferencia de densidades entre agua e hidrocarburos.

Los fluidos contenidos en el tanque de sentinas son conducidos hasta el separador mediante una bomba de desplazamiento positivo. Antes de pasar por la bomba, los fluidos pasan por un filtro que retiene los sólidos que pueda haber. La bomba es de desplazamiento positivo para introducir los fluidos al separador con un flujo laminar, mejorando así la posterior separación por densidades.

El separador de sentinas podemos dividirlo en dos partes: la parte superior y la parte inferior. En la parte inferior hay un conjunto de placas no metálicas –en este caso- onduladas y con unos pequeños orificios, una encima de otra separadas unos pocos milímetros entre sí. Estas placas hacen que al pasar una mezcla de agua e hidrocarburo a través suyo, el fluido menos denso – el hidrocarburo- tienda a subir atravesando los orificios y el fluido más denso – el agua- tienda a no atravesarlos y seguir el flujo dominante. De este modo, los hidrocarburos van siendo acumulados en la parte superior.

La parte superior tiene forma de semiesfera y es aquí donde se van acumulando los hidrocarburos. Cuanto más hidrocarburo haya, la interfaz agua- hidrocarburo estará más abajo. Aprovechando esto, hay dos sensores de continuidad que dependiendo si conducen electricidad o no entre sí, el sistema sabrá en que nivel se encuentra la interfaz y por lo tanto, la cantidad de hidrocarburo acumulado que hay. En la parte superior también hay un serpentín troncocónico con orificios que tiene también la función de separar por densidad el agua de los hidrocarburos.

Los fluidos provenientes del tanque de sentinas son introducidos por la parte inferior. Al entrar atraviesan las placas onduladas y se inicia la separación. A continuación, la mezcla que no se haya separado pasará por el serpentín troncocónico para acabar de separarse. Los hidrocarburos irán acumulándose en la parte superior y el agua en la parte inferior. Cuando el sensor de continuidad detecta que hay el suficiente hidrocarburo acumulado, abre la descarga de hidrocarburos, que son conducidos hasta el tanque de lodos. Esta descarga se encuentra en la parte superior. La descarga de agua en la parte inferior, donde se acumula el agua. Al salir del separador, el agua pasa por un filtro coalescente y posteriormente por un oleómetro, encargado de medir las partes por millón de hidrocarburo que hay en el agua. Si hay menos de 15 ppm de hidrocarburo, el agua es descargada al mar. En caso contrario, el agua es enviada de nuevo al tanque de sentinas donde deberá pasar de nuevo por todo el proceso.

El flujo de fluido a través del separador es lento para favorecer la separación de los dos fluidos.

El oleómetro mide la cantidad de hidrocarburos mediante un haz de luz infrarroja. El agua pasa a través de un tubo transparente que es atravesado por un haz de luz infrarroja que sale de un emisor y llega a un receptor. Según la cantidad de luz que capte el receptor, éste sabrá qué cantidad de hidrocarburo hay. Debido a la opacidad del hidrocarburo, contra menos luz reciba el captador más cantidad de hidrocarburo habrá. Automáticamente, al detectarse más de 15 ppm se cierra la válvula de descarga al mar y se abre la válvula de recirculado.

Puesta en marcha del separador de sentinas

- Abrir la válvula de descarga al mar, que se encuentra cerrada y con un candado.
- Se abren las válvulas de aire al analizador y la válvula neumática del separador de sentinas (1).
- Se abre la válvula de agua dulce al analizador.
- Se abre la válvula de descarga al tanque de agua de sentinas.
- Se abren las válvulas de aspiración y descarga de la bomba de sentinas.
- Se abre válvula salida de efluente analizado en el analizador.
- Se pone en marcha el analizador.
- Se abre la válvula procedente del tanque de sentinas.
- Se enciende el calentador del separador de sentinas
- Se arranca la bomba de sentinas.



Separador de sentinas

Descarga de lodos

Es una operación habitual al llegar a un puerto español la descarga de lodos. Ello es debido a que dentro de los “gastos de puerto” que se pagan por el amarre, están incluidos los gastos por descarga de lodos. Esto se hace así para asegurarse de que todos los barcos que lleguen a España puedan descargar lodos “gratuitamente”, es decir, sin que haya un pago específico para esta labor.

Para llevar a cabo la descarga de lodos, hay que hacer una serie de operaciones de trasiego horas antes de comenzar la descarga, por lo que la descarga de lodos es una operación que ha de ser comunicada con antelación al jefe de máquinas.

Horas antes de que comience la descarga, se trasiegan todos los lodos contenidos en todos los tanques de lodos (tanque de lodos de aceite, tanques de lodos de MDO, tanques de lodos de “agua” y tanques de lodos de HFO) al tanque de lodos de HFO (A). esto es debido a que todos los tanques de lodos a excepción del tanque de lodos de HFO (A) tienen una capacidad de almacenaje baja. El tanque de lodos de HFO (A), en cambio, tiene una capacidad mayor, por lo que se trasiegan todos los lodos a este tanque para poder efectuar la descarga de lodos sin haber de cambiar de tanque de aspiración.

Una vez trasegados todos los lodos que se van a descargarse al tanque de lodos de HFO (A) hay que calentar este tanque (con vapor) para disminuir la viscosidad de los lodos y poder bombearlos bien hasta la superficie.

Llegados a este punto, la bomba podrá aspirar los lodos con seguridad. En el buque “Dominica”, la bomba de lodos que había instalada desde que se construyó el buque era una bomba de tornillo, pero en 2011 se estropeó. Como medida de emergencia se instaló una bomba “de pulmón” (bomba alternativa movida por aire comprimido). Llegó al barco una bomba de repuesto para la bomba de tornillo que se estropeó, pero debido al buen funcionamiento de la bomba de “pulmón” se decidió no instalar la bomba nueva mientras la bomba alternativa funcionara correctamente.

Cuando se avisa a la máquina de que ha llegado el camión o la gabarra de lodos, ésta entrega una toma para conectar al manifold del barco. La conexión consiste únicamente en atornillar la toma de la gabarra o el camión de lodos al manifold. Una vez finalizada la conexión, se abren las válvulas correspondientes, que son aspiración y descarga de la bomba y válvula de salida del tanque. Después de haber hecho todo lo anterior, puede comenzar la descarga.

Como en cualquier operación con hidrocarburos desde el buque hasta el exterior, se pone en marcha el operativo para la prevención de la contaminación que consiste en tapar todos los imbornales cercanos, disponer de skimmers para la lucha contra derrames cerca, dejar a un tripulante vigilando el trasiego del hidrocarburo al exterior, etc

Una vez finalizada la descarga se para la bomba, se sopla la manguera de conexión con aire comprimido para vaciarla de hidrocarburos, se cierran las válvulas y se desconecta la conexión.

Una vez realizado todo esto, el jefe de máquinas deberá firmar toda la documentación que verifica que los lodos se han descargado correctamente en la terminal.



Camión de recogida de lodos en el puerto de Dakar (Senegal)

Incinerador

El barco está provisto de un incinerador, que está actualmente fuera de funcionamiento.

Lucha contra la contaminación de aguas sucias

Planta de tratamiento de aguas sucias

La planta de aguas sucias consiste en unos tanques y una bomba. Existen 3 tanques: tanque mixto de aireación, tanque de sedimentación y tanque de desinfección. Las aguas negras (procedentes de los lavabos), han de pasar por cada uno de los tres tanques, mientras que las aguas grises (duchas, cocina, lavandería, etc) pasan sólo por el tanque de desinfección.

Todas las tuberías de este sistema están construidas de acero inoxidable galvanizado.

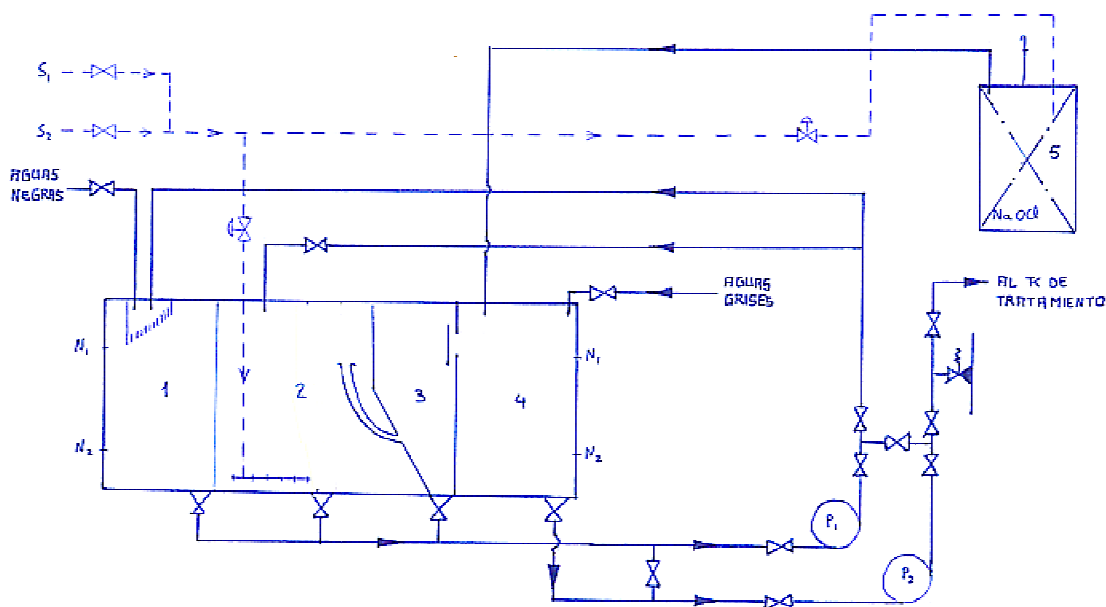
Las aguas negras se envían a un tanque de recogida por gravedad a través de un filtro de cuchillas. Luego, las aguas negras pasan al tanque mixto de aireación a través de una bomba de circulación. Dicha bomba de circulación sólo se pone en funcionamiento cuando el tanque de recogida alcanza un cierto nivel. En el tanque de aireación, el aire comprimido entra de forma turbulenta y rompe y desmenuza la materia. El aire ayuda también a que las bacterias descompongan la materia. El tanque de aireación tiene un rebose que manda la materia al tanque de sedimentación.

En el tanque de sedimentación, los lodos se sedimentan en el fondo. Estos lodos se extraen con la misma bomba de circulación, y son enviados otra vez al tanque de aireación. El resto rebosa hacia el tanque de desinfección.

En el tanque de desinfección llegan las aguas grises, y las aguas negras tratadas. En él llega también hipoclorito sódico que desinfecta dichas aguas residuales. Cuando este tanque se llena, se arranca una bomba de evacuación que conduce el agua al mar o a un tanque de tratamiento.

La descarga de los residuos sólidos que quedan almacenados en el tanque de la planta de tratamiento de residuos, son descargados a tierra cuando el buque llega a

puerto, o bien se tira al mar a una cierta distancia de la costa y navegando a un mínimo de 7 nudos, según convenio MARPOL.



Esquema de planta de tratamiento de aguas residuales

Lucha contra la contaminación por basuras

El buque cuenta ya con un plan de gestión de basuras diseñado expresamente para la flota de la compañía. Primeramente, está prohibido arrojar al mar cualquier cosa al margen del plan de gestión.

El plan designa a los oficiales encargados, los jefes de departamento y el personal encargado de recoger, separar y clasificar la basura conforme está descrito al mismo plan.

Para empezar hablaremos del personal. El oficial encargado de que el plan se lleve a cabo es el Primer Oficial de cubierta. Luego se distinguen dos departamentos en el plan: las cubiertas y la Sala de Máquinas. Cada departamento tiene un jefe, en el de cubiertas es el Primer Oficial, y en las máquinas es el Primer Oficial de máquinas. Ambos se encargan de que la recogida, separación y eliminación o descarga de la basura se lleve a cabo de forma eficiente en todas las zonas del buque.

Cada departamento además cuenta con un oficial que se encargan que todos los procedimientos son los adecuados y descritos por el plan de gestión. En el departamento de cubiertas es el Segundo Oficial y en el de máquinas también el Segundo Oficial.

En la base de la pirámide nos encontramos al personal encargado de la manipulación y la eliminación o descarga de las basuras, que se encargan de recoger y separar las basuras que se generan a bordo del buque, y después las depositan en los lugares de almacenamiento o de descarga. Este personal se encargará también del mantenimiento y limpieza de los recipientes a instancias del jefe de departamento.

Cada miembro del personal se encarga de unos locales designados, y que se detallan de la siguiente forma. El contramaestre y los marineros se encargan del puente de gobierno y local de comunicaciones, de las acomodaciones de la tripulación, de las bodegas, de la cubierta principal y de los locales de trabajo en cubierta. El cocinero está a cargo de la cocina, la gambuza y las cámaras frigoríficas. El camarero se encarga de la acomodación de los oficiales, la lavandería y la oficina de a bordo. Por último, el mecánico y el engrasador son los responsables en la Sala de Máquinas y los locales anexos como el servo, y el pañol de respetos.

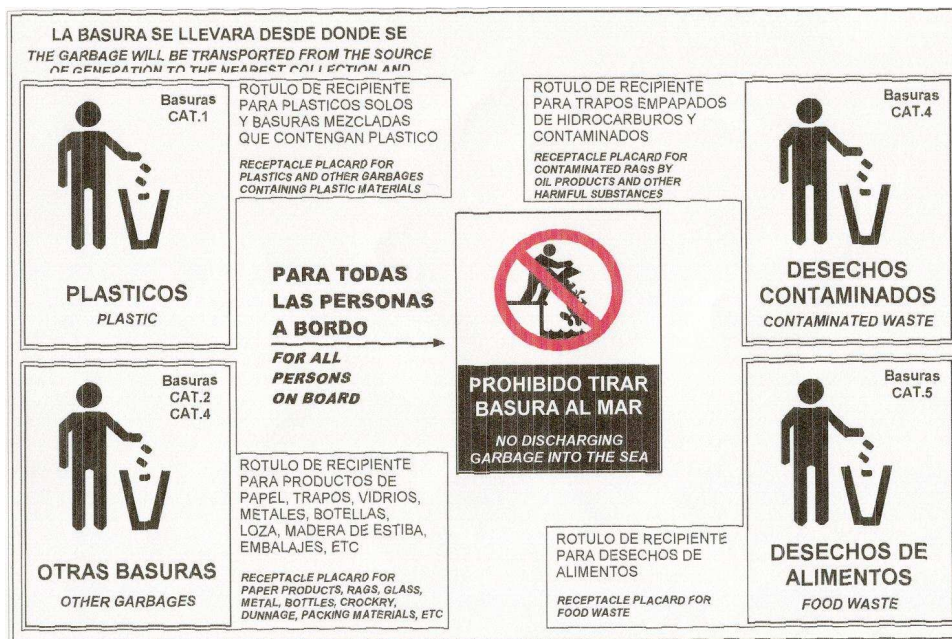
El plan de gestión de basuras clasifica a estas en dos categorías, las basuras eliminables en el mar y las basuras no eliminables. La primera categoría comprende el papel, los vidrios y metales y los desechos de alimentos, en definitiva aquellos productos que no son, en principio, contaminantes. La segunda categoría la conforman los plásticos y los desechos contaminados de hidrocarburos como trapos o elementos parecidos, es decir productos no biodegradables.



Recogida de basuras en la sala de máquinas

Cuando la legislación lo permita, la basura eliminable se lanzará al mar. Mientras que la basura no eliminable se compactará y almacenará en los espacios destinados a ello. Estos espacios, son unos contenedores situados en la cubierta de popa al exterior, en la parte estribor.

Cada tipo de basuras se incluye en una categoría que se enumeran de la uno a la cinco. La numero uno es la categoría de los plásticos; La dos y la tres están destinada a varios productos como vidrios, metales, trapos, papel, madera y otros; La cuatro está destinada a todo tipo de basura contaminada con hidrocarburos como trapos, papel, latas, brochas, etc.; La última categoría, la cinco es la de desechos de alimentos. En los espacios de a bordo habrá distintos cubos donde se tirarán las basuras de acuerdo a su categoría. Por ejemplo en la sala de máquinas encontraremos los tipos 1, 2, 3, y 4, mientras que en la fonda encontraremos los tipos 1 y 5. Todos esos cubos estarán rotulados con la categoría a la que pertenecen, sin poder pertenecer un cubo a varias categorías distintas.



Cuadro informativo de abordó

Declaración de residuos

En cumplimiento con el MARPOL, cada vez que el barco llega a puerto, ha de entregar a las autoridades marítimas la hoja de Declaración de residuos.

En él se detalla la cantidad en m³ de residuos de hidrocarburos a bordo respecto a la cantidad total que puede almacenar el barco (Anexo I Marpol). También se especifica la fecha de la última entrega de residuos de hidrocarburos a tierra, para poder llevar un control de los residuos a bordo y detectar cualquier achique en el mar de estos residuos.

En él se especifican también el volumen de aguas sucias a bordo (Anexo IV Marpol), y el volumen de basuras (Anexo V Marpol).

Las basuras se almacenan en el pañol de basuras, y se descargan en un contenedor al llegar a puerto.

En la página siguiente encontramos un modelo de esta hoja de Declaración de Residuos.

Declaración de residuos
Declaration of residues

D.
Mr.

Capitán del buque:
Master of the ship:

de bandera:
flag of:

informa a las Autoridades Marítimas del puerto de:
inform to Maritime Authorities of:

1. Que su buque, en el momento de la llegada a puerto, lleva a bordo los siguientes residuos:
That the ship carry on board the following residues:

Anexo <i>Annex</i>	Tipo de residuos <i>Type of residues</i>	Cantidad (m³) <i>Quantity (m³)</i>
I	Lastre sucio <i>(Dirty ballast)</i>	
	Tanques de fangos y decantación <i>(Slops and settling tanks)</i>	
	Tanques de aguas oleosas de sentinas <i>(Bilge water tanks)</i>	
IV	Aguas sucias <i>(Sewage)</i>	
V	Basuras <i>(Garbage)</i>	

2. Que el buque realizó la última entrega de residuos en:
That the ship had been delivered residues last time in:

Puerto (Port)	
País (Country)	
Fecha (Date)	
Tipo (Type)	
Cantidad (Quantity) (m³)	

Fecha:
Date:

El Capitán (Master)

3. Que la capacidad de almacenaje de residuos a bordo es la siguiente:
That the storage capacity of residues on board the following:

Anexo <i>Annex</i>	Tipo de residuos <i>Type of residues</i>	Cantidad (m³) <i>Quantity (m³)</i>
I	Lastre sucio <i>(Dirty ballast)</i>	
	Tanques de fangos y decantación <i>(Slops and settling tanks)</i>	
	Tanques de aguas oleosas de sentinas <i>(Bilge water tanks)</i>	
IV	Aguas sucias <i>(Sewage)</i>	
V	Basuras <i>(Garbage)</i>	

4. Que el próximo puerto de escala con Instalación de Recepción es el de:
That the next port of call with Reception Facilities is:

.....

donde el buque llegará (fecha):
where the ship will arrive (date):

Hoja de declaración de residuos.

CONCLUSIONES

Después de haber completado el periodo de prácticas y haber realizado el trabajo de embarque voy a redactar algunas de las conclusiones que he obtenido.

En primer lugar me gustaría destacar la importancia que creo que tiene complementar la formación académica con el periodo de prácticas. Una formación académica antes de realizar las prácticas es muy importante, pero donde realmente se aprende es cuando ves delante de ti todos los equipos que componen un barco. Personalmente he tenido la suerte de realizar las prácticas con un equipo humano muy cualificado y con ganas de enseñar, que sumado a mis ganas de aprender me han brindado la oportunidad de crecer profesionalmente. Desde aquí quiero agradecer enormemente al jefe de máquinas Enrique Vázquez y a los primeros oficiales Julio Pérez y Abel Zegarra la paciencia y el buen trato recibido. Las explicaciones y enseñanzas que han compartido conmigo las tendré siempre presentes durante mi vida profesional.

También he tenido la suerte de poder participar en numerosas operaciones de mantenimiento que cualquier alumno desearía realizar en su periodo de embarque como son el desmontaje y montaje del tren alternativo de un motor auxiliar o la preparación de culatas del motor principal. También considero que he aprendido algo esencial en este trabajo que es el pararse a pensar qué hacer antes de hacerlo delante de una avería grave.

Durante el tiempo que he estado embarcado han surgido gran cantidad de averías imprevistas debido a la vejez del barco como son las fugas en el sistema de vapor, caídas de planta, aumento repentino de la temperatura de gases de escape del motor principal durante una maniobra o aumento súbito de la temperatura del agua de refrigeración del motor principal. Todos ellos solucionados con rapidez y con eficiencia gracias al cuerpo de oficiales de máquinas y en especial al jefe de máquinas, que debido a su gran experiencia y conocimientos evitaba muchas veces el trabajo excesivo del personal.

Me gustaría destacar también el buen compañerismo dentro del barco. Mentiría si dijera que no me daba miedo embarcarme en un barco en el que hubiera mala relación

entre los tripulantes, ya que según se comenta es algo bastante frecuente. La tripulación del “Dominica” era suramericana y, en un principio, no sabía si me iban a aceptar como uno más o no. Mis dudas se desvelaron nada más llegar, cuando recibí una fuerte aceptación entre oficiales y demás tripulantes. En este, mi primer embarque, he hecho muy buenos compañeros que me gustaría volverme a encontrar en mi vida profesional.

Todos los tripulantes eran gente con gran experiencia en la mar y sus anécdotas y experiencias me han ayudado a ver como es de peligroso y bonito el mundo del marino.

Antes de mi primer embarque tenía dudas sobre si había escogido bien en el momento de escoger esta profesión. Ahora, después de desembarcar y ver las vivencias desde la distancia creo que no, que no me he equivocado y, de hecho, he acertado. El mar te da una experiencia muy grande.

Como conclusión final decir que en el mar no hay fronteras y como mucho puedes estar a un mes de viaje del lugar más apartado del mundo. Por eso, un buen profesional, sea de donde sea, será bien recibido en cualquier barco, porque la como dice un viejo dicho catalán, “LA FEINA BEN FETA NO TÉ FRONTERES”